



Philipps-Universität Marburg

seit 1527

Aus der

Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie

Direktor: Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen

und Marburg GmbH, Standort Marburg

Titel der Dissertation:

**Vergleich der Vorhersage einer erschwerten Intubation
mit etablierten Methoden zur Prädiktion der
schwierigen Laryngoskopie**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung

des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin

dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg vorgelegt

von **Wikhart Reip** aus Hamburg

Marburg, 2010

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:

11. November 2010

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan:	Prof. Dr. med. Matthias Rothmund
Vorsitzender:	Prof. Dr. rer. nat. Bernd Müller
Referent:	Priv.-Doz. Dr. med. Walter Höltermann
Korreferent:	Prof. Dr. med. Andreas Sesterhenn

Für Claudia, Jon, Lissi und Carlotta

Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht	5
1 Einleitung	7
1.1 Einführung in die Thematik	7
1.2 Die endotracheale Intubation	8
1.3 Stand der Wissenschaft	14
1.4 Ziele der Studie	17
2 Methodik	19
2.1 Überblick über den Studienablauf	19
2.2 Auswahl der Patienten	19
2.3 Untersuchung I – Voruntersuchung	21
2.4 Untersuchung II – Narkoseuntersuchung	24
2.5 Archivierung und Datenschutz	27
2.6 Elektronische Datenverarbeitung	27
2.7 Statistische Betrachtungen	31
3 Ergebnisse	45
3.1 Statistische Beschreibung aller Variablen	45
3.2 Gruppenunterschiede in den Ergebnisvariablen	52
3.3 Zusammenhänge zwischen Vorhersagevariablen und Ergebnisvariablen	60
3.4 Vorhersage der Ergebnisvariablen	61
3.5 Diagnostischer Wert konkreter Prädiktoren	67
3.6 Vergleich der Ergebnisvariablen miteinander	73
3.7 Überprüfungen auf Unabhängigkeit	76
3.8 Subjektiver Eindruck der Intubationsschwierigkeit	82
3.9 Dauer des Intubationsvorgangs	86
3.10 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	92
4 Diskussion	95
4.1 Kritik der Methodik	95
4.2 Diskussion der Ergebnisse	101
4.3 Schlussfolgerungen	106

5	Zusammenfassung	107
5.1	Kurzbeschreibung der Studie	107
5.2	<i>Abstract</i>	109
6	Anhang	111
6.1	Dokumentationsbögen	111
6.2	Benutzeroberfläche FileMaker Datenbank	115
6.3	Verwendete Abkürzungen	116
6.4	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	117
6.5	Alphabetisches Literaturverzeichnis	120
6.6	Verzeichnis meiner akademischen Lehrer	126
6.7	Danksagung	127
6.8	Inhaltsverzeichnis	128

1 Einleitung

1.1 Einführung in die Thematik

Die endotracheale Intubation – das Einbringen eines Beatmungsschlauchs in die Luftröhre – ist heute eine täglich angewandte Routineprozedur mit hoher Sicherheit und Verträglichkeit. Bei einer Vielzahl von Allgemeinnarkosen ist sie das bevorzugte Mittel eine sichere Beatmung zu gewährleisten. Die Intubation wird bei elektiven Eingriffen üblicherweise während der Narkoseeinleitung durch einen Anästhesisten durchgeführt. Die Technik hierzu wird auch von Ärzten, die noch am Anfang ihrer Weiterbildung stehen, schnell ausreichend beherrscht und kann in der überwiegenden Anzahl der Fälle komplikationslos angewendet werden^[74].

In den Fällen, in denen die Intubation jedoch unerwartet Schwierigkeiten bereitet oder sogar mit Routinemethoden unmöglich durchzuführen ist, entsteht unmittelbar eine Situation, die für den Patienten gefährlich werden kann^[19]. Der lebensnotwendige pulmonale Gasaustausch während der Narkose kann gefährdet sein. Zusätzlich entsteht in dieser Situation ein erhöhter Bedarf an materiellen und personellen Ressourcen, da spezielle Instrumente geholt, und weitere, oft erfahrenere Ärzte und Assistenten hinzugezogen werden müssen. In der Regel kommt es dadurch auch zu Verzögerungen im OP-Ablauf, da die Narkoseeinleitung länger dauert und Wartezeiten bei den Operateuren entstehen. Nicht unerwähnt bleiben sollte auch der deutlich erhöhte Stressfaktor einer sich zuspitzenden, eventuell nicht mehr beherrschbaren Lage im Rahmen frustraner Intubationsversuche^[70].

Hieraus ergibt sich der Wunsch, eine schwierige Intubation bereits vor der Narkoseeinleitung zu erkennen, um geeignete Maßnahmen vorbereiten zu können. Hierzu zählen unter anderem die Vorbereitung des Patienten, die Bereitstellung spezieller Geräte und Materialien, sowie das Einplanen von mehr Zeit oder höher qualifiziertem Personal. Eine gewisse Anzahl schwieriger Intubationen lässt sich bereits bei der Begutachtung des Patienten vor einer Narkose, beispielsweise im Rahmen der Prämedikationsvisite, erkennen oder zumindest vermuten: Hierzu zählen insbesondere anatomische Veränderungen im Kopf-Hals-Bereich durch Operationen, Verletzungen oder Tumoren, aber auch bestimmte Konstellationen in der Physiognomie. So gehen ein kurzer Hals, ein fliehendes Kinn und eine große Zunge überzufällig häufig mit einer erschwerten Intubation einher. Trotzdem verbleibt ein nicht unerheblicher Anteil an schwierigen Intubationen, die nicht oder nicht ausreichend sicher vorhergesagt werden

können. Diese fallen dann erst bei der Narkoseeinleitung auf, und führen zu den genannten Problemen ^[44].

Im Laufe der Entwicklung der Anästhesie hat es verschiedene Versuche gegeben, die Vorhersagbarkeit der schwierigen Intubation zu optimieren. Von einfachen, visuellen Parametern, wie der Sichtbarkeit oropharyngealer Strukturen nach Mallampati^[51] bis zur Magnetresonanztomographie der Kiefergelenke^[54] reicht die Spannweite der untersuchten Prädiktoren. Nur wenige haben Einzug in die klinische Routine gefunden, da der praktische Nutzen fast aller Verfahren unbefriedigend ist^[79]. Entweder ist die Durchführung zu aufwendig und komplex, oder die Aussage ist zu ungenau und damit wertlos. Insbesondere, wenn keine anatomischen oder anamnestischen Auffälligkeiten eine schwierige Intubation erahnen lassen, ist die Methodik zur Vorhersage bislang ungenügend. Die Untersuchung und Entwicklung gleichsam einfacher, wie aussagekräftiger Verfahren zur Vorhersage der unerwartet schwierigen Intubation bleibt eine Herausforderung. In dieser Studie soll versucht werden, hierzu einen kleinen Beitrag zu leisten.

1.2 Die endotracheale Intubation

Voraussetzung für die ungestörte und ausreichende Atmung eines Patienten ist das vollständige Erhaltensein seines Bewusstseins. In Situationen, in denen dieser Zustand eingeschränkt ist, kann die suffiziente Spontanatmung gefährdet sein. Während einer Vollnarkose ist die Ausschaltung des Bewusstseins ein gewünschter Aspekt der Allgemeinanästhesie, aber auch Erkrankungen, Verletzungen oder Vergiftungen können zu einem teilweisen oder vollständigem Bewusstseinsverlust führen. Bei einem bewusstlosen Patienten kann nicht nur die Regulation der Atmung selber, sondern insbesondere auch die Funktion der Schutzreflexe wie Husten, Schlucken und Würgen beeinträchtigt sein. Zusätzlich kommt es häufig zu einer Erschlaffung der Muskulatur. Hierdurch erhöht sich die Gefahr, dass Fremdstoffe aus dem Mund-Rachenraum in die Luftröhre und somit in die Lunge gelangen können. Vor allem die Aspiration von saurem Mageninhalt führt dort zu erheblichen Schäden und stellt eine mitunter lebensgefährliche Komplikation der Bewusstseinsstörung dar ^[23,72]. Um diesen Problemen zu begegnen, hat sich die endotracheale Intubation zur Beatmung eines stark bewusstseinsgetrübten Patienten als "Goldstandard" etabliert und wird bei einer Vielzahl von Allgemeinanästhesien als Routineverfahren durchgeführt^[41].

Im Folgenden sollen die Technik der Intubation, sowie Verfahren zur Beherrschung eines schwierigen Atemwegs näher beschrieben werden. Die Ausführungen basieren dabei sowohl auf fachspezifischen Publikationen und gängigen Lehrbüchern der

Anästhesiologie^[46,49,71], als auch auf eigenen Erfahrungen aus der Tätigkeit als Facharzt für Anästhesiologie an einem Universitätsklinikum.

1.2.1 Technik und Verfahren

Bei der endotrachealen Intubation wird ein flexibler Kunststoffschlauch (Tubus) in die Luftröhre eingebracht. Oftmals geschieht dies über den Mund (orale Intubation), es kann jedoch auch die Nase (nasal) oder ein operativer Zugang am Hals (Tracheostoma) als Weg gewählt werden. Die Intubation im Rahmen einer Allgemeinanästhesie für eine geplante (elektive) Operation wird in Deutschland üblicherweise während der Narkoseeinleitung durch den Anästhesisten durchgeführt. Nach einer mehrminütigen Phase der Präoxygenierung, in der dem noch wachen Patienten reiner Sauerstoff über eine dicht aufgesetzte Beatmungsmaske verabreicht wird, injiziert der Narkosearzt die intravenösen Narkosemedikamente. Nach Ausschalten des Bewusstseins und der Spontanatmung, wird der Patient kurzzeitig manuell über eine Gesichtsmaske beatmet. Ist diese Beatmung suffizient möglich, wird ein Muskelrelaxans injiziert, das durch Erschlaffung der Muskulatur bessere Intubationsbedingungen schafft. Nach einer kurzen Anschlagzeit kann dann der eigentliche Vorgang der oralen endotrachealen Intubation begonnen werden:

Der narkotisierte Patient befindet sich hierzu in Rückenlage auf dem OP-Tisch. Sofern noch nicht geschehen, wird sein Kopf etwas erhöht und leicht überstreckt in eine Position gebracht, die eine optimale Betrachtung der Stimmritze ermöglichen soll. Der Anästhesist öffnet mit der rechten Hand den Mund des Patienten und führt mit der linken das Laryngoskop ein. Dabei handelt es sich um einen speziellen, leicht gebogenen Spatel, der die Zunge nach links verlagert und, nach Verschieben bis zum Kehlkopfeingang, ein Aufrichten der Epiglottis ermöglicht. Danach wird die Sicht auf die Stimmbänder und den dahinter liegenden Eingang zur Trachea frei. Mit der rechten Hand ergreift der Arzt den ihm von der Anästhesie-Assistenz gereichten Tubus und führt ihn durch die Stimmritze hindurch einige Zentimeter weit in die Trachea ein. Der Tubus hat beim Erwachsenen am distalen Ende ein zirkuläres Luftpolster (Cuff), welches mit Luft gefüllt (geblockt) wird und den Tubus dadurch gegenüber dem Tracheallumen abdichtet.

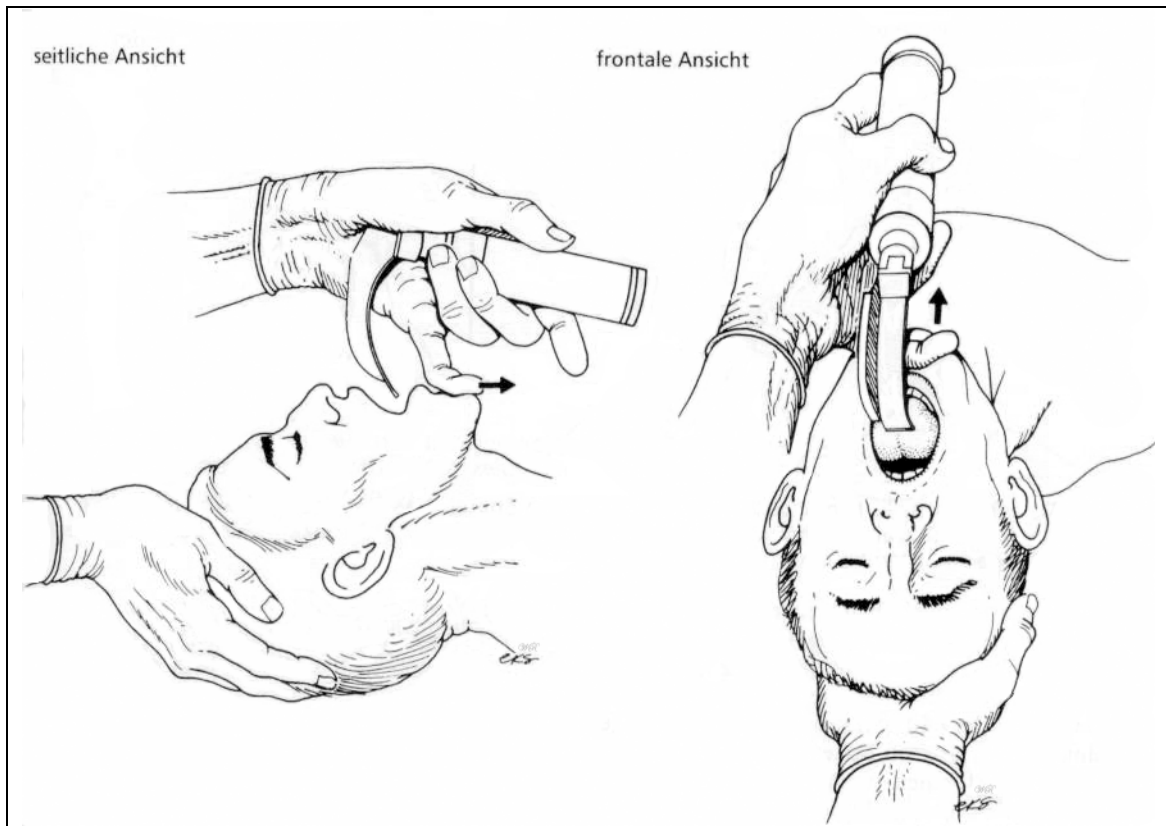


Abb. 1.2.a: Endotracheale Intubation (modifiziert nach Liu,P.)

Nach Entfernen des Laryngoskops und Konnektion mit dem Beatmungsgerät, wird die freie Ventilation durch den liegenden Tubus getestet. Eine korrekte Lage in der Trachea wird heute üblicherweise durch die Messung des CO_2 -Gehalts in der Expirationsluft, sowie über eine Auskultation der beatmeten Lunge verifiziert. Anschließend wird gegebenenfalls ein Beißschutz eingelegt und der Tubus in geeigneter Weise am Körper des Patienten fixiert. Dies kann durch Klemmen, Binden, Nähen oder Verkleben geschehen und hängt unter anderem von der für den Eingriff vorgesehenen Lagerung des Patienten ab.

1.2.2 Die schwierige Intubation

Im Idealfall ist die elektive endotracheale Intubation ein einfaches, schnelles und komplikationsarmes Routineverfahren, das auch vom Anfänger relativ zügig erlernt und beherrscht werden kann^[40]. Risiken liegen einerseits in Verletzungen von Lippen und Schleimhäuten, Beschädigungen von Zähnen oder Traumata an Stimmbändern und Trachea, und andererseits in der Gefahr der Fehlintonation, bei der versehentlich die Speiseröhre und nicht die Trachea intubiert wird. Wird letzteres nicht rechtzeitig erkannt, kann es durch eine prolongierte Hypoxie zu lebensbedrohlichen Situationen mit irreversiblen Schäden am Patienten kommen^[46,78]. Dieses trifft auch dann zu, wenn die Fehllage des Tubus zwar erkannt wird, eine korrekte Platzierung jedoch nicht gelingt.

und der Patient obendrein nicht ausreichend mittels Beatmungsmaske oder anderen Hilfsmitteln beatmet werden kann. Diese "cannot intubate – cannot ventilate" Situation stellt das "worst-case Szenario" in der Anästhesieeinleitung dar. Doch auch wenn der Patient gut mittels Gesichtsmaske zu beatmen ist, und damit eine akut vitale Gefährdung abgewendet ist, kann die konventionelle, direkte laryngoskopische Intubation stark erschwert oder gar unmöglich sein^[49]. Neben Komplikationen bei Kindern, Notfällen oder der Intubation nicht-nüchterner, beziehungsweise besonders aspirationsgefährdeter Patienten mit modifizierten Verfahren, kann vor allem eine mangelhafte Sicht auf die Stimmritze die Standard-Intubation erschweren. Zur Beurteilung der direkten laryngoskopischen Sicht auf die Glottis sind verschiedene Klassifikationen entwickelt worden. Die bei weitem gebräuchlichste ist die Einteilung nach Cormack und Lehane^[23]. Sie unterteilt die Sicht in vier Grade:

- Grad I: Glottis vollständig einsehbar (a)
- Grad II: Nur hinteres Drittel der Glottis und hintere Kommissur sichtbar (b)
- Grad III: Glottis vollständig verdeckt; nur Epiglottis erkennbar (c)
- Grad IV: Auch die Epiglottis ist durch Mundbodenstrukturen komplett überlagert (d)

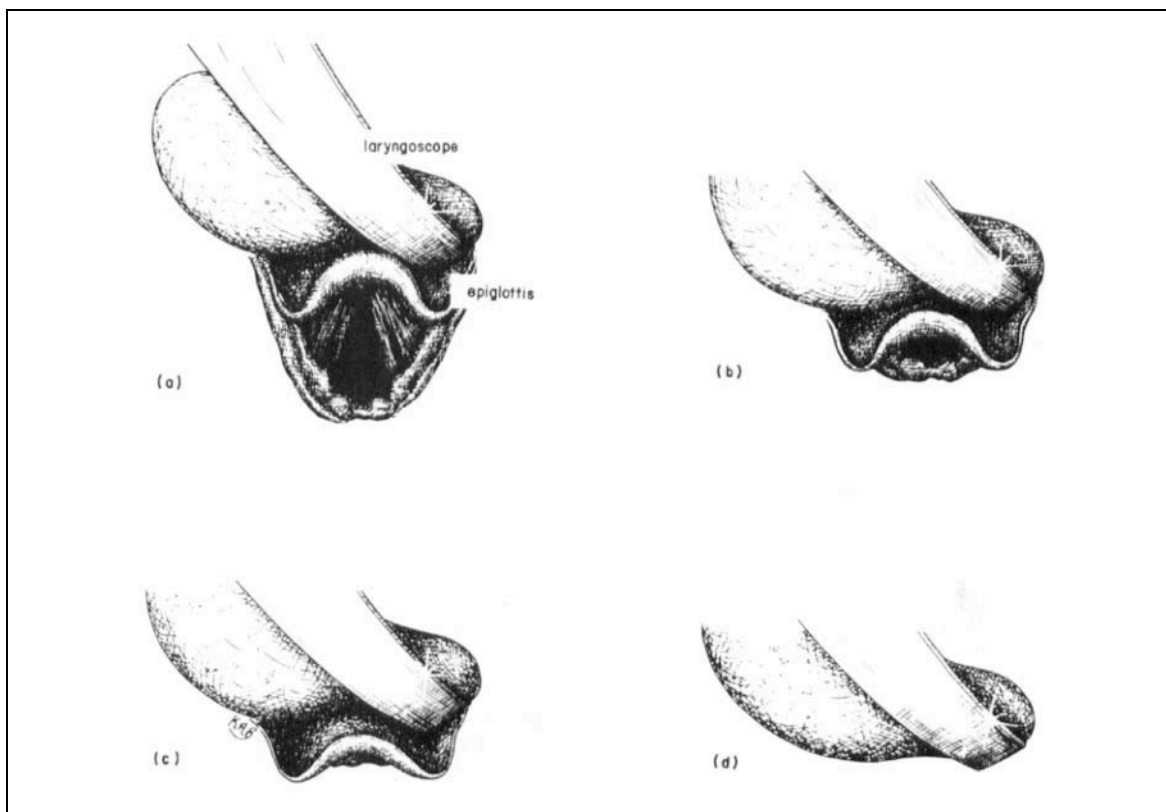


Abb. 1.2.b: Einteilung der laryngoskopischen Sicht nach Cormack und Lehane

Dabei hat sich herausgestellt, dass die Grade I und II dem durchschnittlich erfahrenen Anästhesisten kaum Schwierigkeiten bereiten. Höhere Grade machen häufiger eine Erweiterung des Atemwegsmanagements notwendig, wobei bei einem Grad IV nach Cormack und Lehane die direkte laryngoskopische Intubation oft an ihre Grenzen stößt, und spezielle zusätzliche Techniken angewendet werden müssen.

Als Gründe für eine erschwerte Intubation sind hauptsächlich Anomalien, Missbildungen oder Raumforderungen im oropharyngealen Bereich zu nennen, die den einsehbaren Raum und die funktionale Beweglichkeit einschränken. Daher zählen auch Veränderungen der Halswirbelsäule, Bestrahlungen an Kopf und Hals oder ein prominenter Zahnstatus zu den erschwerenden Komponenten.

Sitzt das Hindernis distal der Stimmritze, wie zum Beispiel bei einer ausufernden Struma oder einem Tumor der unteren Atemwege, kann die endotracheale Intubation auch trotz guter pharyngealer Sicht erschwert bis unmöglich sein^[46,49].

1.2.3 Airwaymanagement

Zur Beherrschung der erwarteten und unerwarteten schwierigen Intubation stehen eine Reihe von Algorithmen und Techniken zur Verfügung, deren Organisation und Anwendung unter dem Oberbegriff des "Airwaymanagements" beschrieben wird^[4,15]. Reicht es bei leichteren Einschränkungen der direkten laryngoskopischen Sicht oftmals aus, durch Druck von außen auf den Kehlkopf, oder durch Benutzung eines starren Führungsstabs den Tubus in die korrekte Lage zu bringen, können höhergradige Behinderungen schnell einen wesentlich größeren personellen und materiellen Aufwand erfordern^[9,24].

Wenn der erste Intubationsversuch misslingt, muss der Patient vorübergehend mit der Gesichtsmaske beatmet werden. Zuvor ist gegebenenfalls der falsch liegende Tubus zu entfernen. Danach wird der Anästhesist versuchen, die Lagerung des Kopfes zu optimieren und sich von der kräftezehrenden Laryngoskopie zu erholen um einen zweiten Versuch zu unternehmen. Häufig wird dazu das Equipment optimiert, indem ein Führungsstab in den Tubus eingesetzt, oder ein anderer Laryngoskop-Spatel benutzt wird. Diese Hilfsmittel sollten in der Regel an jedem Narkosearbeitsplatz vorhanden sein. Gelingt auch ein zweiter Intubationsversuch nicht, und ist kein behebbares Hindernis erkennbar, sind meist deutlich aufwändigere Maßnahmen erforderlich. In vielen Narkoseabteilungen wird in diesem Fall empfohlen, einen zweiten – oftmals erfahreneren – Anästhesisten hinzuzuziehen, soweit dies möglich ist. Es stehen dem Arzt theoretisch eine ganze Reihe von zusätzlichen Materialien und Gerätschaften zur Option, die allerdings nicht überall sofort verfügbar sind, sondern vielerorts erst

herangeschafft werden müssen. Auch ist oft insbesondere der weniger erfahrene Arzt oder seine Assistenz nicht ausreichend mit der Handhabung spezieller Techniken und Instrumente vertraut. Dies trifft umso mehr auf Bereiche und Dienstzeiten zu, in denen die Intubation nicht für jeden zur täglichen Routine gehört, wie zum Beispiel auf einigen Intensivstationen.

Neben verschiedenen Formen und Größen von Tuben und Laryngoskopen, gibt es Kehlkopfmasken, die auch eine Intubation erlauben, diverse Führungsstäbe und Verlängerungen, Kombinationstuben, die eine Beatmung sowohl bei Lage in der Trachea, als auch – über ein zweites Lumen – bei Lage im Ösophagus erlauben^[18], und verschiedene starre und flexible Optiken zur fiberoptischen Intubation^[42]. Entsteht bei einer Narkoseeinleitung der Notfall, dass ein Patient weder zu intubieren, noch zu beatmen ist, kommen noch andere Maßnahmen, wie Koniotomie, Jet-Ventilation oder andere invasive Verfahren in Betracht, die primär eine suffiziente Oxygenierung ermöglichen sollen^[12,77].

Generell muss beim Airwaymanagement unterschieden werden, ob die Situation des schwierigen Atemwegs inklusive der schwierigen Intubation für den Patienten akut bedrohlich ist, oder die Umstände zeitaufwändigere Maßnahmen erlauben, die eine korrekte endotracheale Intubation ermöglichen können.

Dazu gehört auch, dass immer dann, wenn eine schwierige Intubation zu erwarten ist, im Vorwege besondere Vorkehrungen getroffen werden müssen. So ist die Methode der Wahl bei einem zu erwartendem schwierigen Atemweg die fiberoptische Wachintubation^[35], bei der am sedierten Patienten mithilfe eines flexiblen Endoskops der richtige Atemweg aufgesucht – und der Tubus nachfolgend über die Optik vorgeschoben wird.

1.2.4 Vorhersagbarkeit der schwierigen Intubation

Dadurch, dass die schwierige Intubation bei einem Patienten zu einem - gemessen an der problemlosen Routineintubation - bedeutendem zusätzlichen Aufwand an Personal, Material und Zeit führen kann^[80], ist der Wunsch nach einer zuverlässigen Vorhersagbarkeit groß. Insbesondere durch die damit möglicherweise verbundene Schwierigkeit einer adäquaten Beatmung, mit der Folge einer vitalen Gefährdung des Patienten, gewinnt die rechtzeitige Kenntnis von Intubationshindernissen an Bedeutung. Leider existiert bisher kein einzelner Test, der eine ausreichend sichere Vorhersage dazu leisten kann, und gleichzeitig für den Routineeinsatz praktikabel wäre^[22,62,68]. Weder für die Prädiktion der "schwierigen Beatmung", noch der "schwierigen Laryngoskopie"

oder gar der "schwierigen Intubation" ist in der Literatur ein eindeutiger Standard beschrieben^[14,30].

Vielmehr beinhalten die Empfehlungen der entsprechenden Fachgesellschaften, wie zum Beispiel der American Society of Anesthesiologists (ASA) oder der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), eine Vielzahl von Faktoren - die erfahrungsgemäß zu einem schwierigen Atemweg führen können - bei der Prämedikationsvisite zu beachten: Neben offensichtlichen Veränderungen, wie Missbildungen, Tumoren, Narben oder früheren Operationen an den Atemwegen, sind anamnestische Atemwegsprobleme, der Zahnstatus, die Gesichts- und Hals-Morphologie, sowie Besonderheiten in der Untersuchung von Mund, Zunge, Kiefer und Halswirbelsäule zu erfassen. Sind in der Krankengeschichte des Patienten bereits schwierige Intubationen aufgetreten, ist dies ein wichtiger Hinweis. Ein kurzer dicker Hals, vorstehende Schneidezähne, geringe Mundöffnung, fliehendes Kinn, oder eine eingeschränkte Reklination des Kopfes können eine schwierige Intubation erwarten lassen ^[14,46]. Liegen diese Merkmale nicht vor, und ist die weitere Untersuchung unauffällig, versuchen verschiedene Tests die *unerwartet* schwierige Intubation vorherzusagen: Obwohl auch aufwändige Verfahren, wie beispielsweise radiologische Untersuchungen beschrieben sind^[55,75], verwenden die meisten Autoren einfachere Methoden, die auch in der täglichen Praxis einsetzbar sind.

1.3 Stand der Wissenschaft

1.3.1 Methoden zur Vorhersage der unerwartet schwierigen Intubation

In der Fachliteratur gibt es besonders seit Mitte der Achtziger Jahre eine ganze Reihe an Veröffentlichungen zur Entwicklung von Tests, um die unerwartet schwierige Intubation besser vorhersagen zu können^[1,29,45]. Nur wenige haben sich im Klinikalltag etablieren können, da Ihnen allen eine unzureichende Zuverlässigkeit im Aufspüren schwieriger Intubationen, oder eine zu hohe Fehlerquote falsch positiver Ergebnisse gemein ist. Einen allgemein akzeptierten Einzeltest als praktikable Standarduntersuchung ist die Wissenschaft bisher noch schuldig geblieben. Im Folgenden sollen die gebräuchlichsten Methoden kurz skizziert werden:

Besonders weit verbreitet ist die Beurteilung der oropharyngealen Sicht nach Mallampati^[50,51], beziehungsweise den Modifikationen von Samsoon und Young^[67]. Nach Mallampati wird die Sicht auf die Uvula bei geöffnetem Mund und herausgestreckter Zunge in drei Klassen eingeteilt:

- Klasse I: Weicher Gaumen, Gaumenbögen und komplette Uvula einsehbar
- Klasse II: Weicher Gaumen und Gaumenbögen einsehbar, Uvulaspitze durch Zungenbasis verdeckt
- Klasse III: Nur weicher Gaumen sichtbar

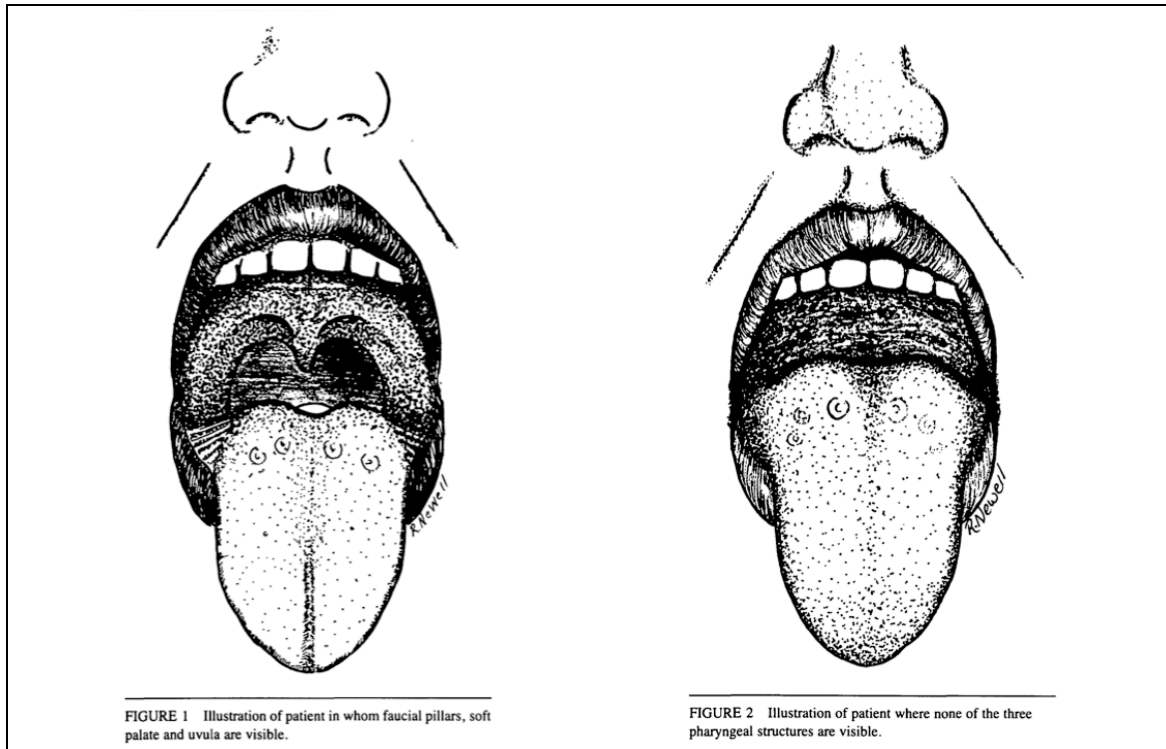


Abb. 1.3.a: Einteilung der oropharyngealen Sicht nach Mallampati (Klasse I und III)

Die häufiger verwendete Modifikation nach Samsoon und Young unterteilt in vier Klassen, wobei im Wesentlichen der Grad III nochmals weiter differenziert wird:

- Klasse III: Weicher Gaumen und Basis der Uvula sichtbar
- Klasse IV: Weicher Gaumen überhaupt nicht sichtbar

Nach Mallampati ergibt sich eine Korrelation zwischen dem Inspektionsbefund oropharyngealer Strukturen und der Einsehbarkeit der Glottis. Für Klasse III und IV (Samsoon&Young) soll daraus auf eine schwierige Intubation geschlossen werden. Der statistische Vorhersagewert ist bei mäßiger Spezifität und Sensitivität allerdings für den klinischen Gebrauch nur als unzureichend anzusehen. Außerdem besteht in der Literatur eine große Heterogenität in den Messmethoden^[76,83]. So ist der Status der Reklination des Kopfes und der Phonation während der Beurteilung nicht überall erwähnt. Teilweise wurden gar keine Angaben über Details der Messung gemacht. Dass diese aber einen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben, konnten verschiedene Studien^[48,59] zeigen.

Der Größe der Mundöffnung, gemessen am Zahnreihenabstand zwischen den Schneidezähnen, wird allgemein auch eine große Bedeutung zugesprochen. Allerdings ist uneinheitlich beschrieben, ab welcher Verminderung der Mundöffnung mit einer schwierigen Intubation gerechnet werden muss. Meist wird ein Bereich von 2 bis 4 cm Zahnreihenabstand angegeben^[44,47,73].

Eine weitere geläufige Untersuchung ist der Test nach Patil für die Kinn-Kehlkopf-Distanz. Als Kriterium für eine unter direkter Sicht durchführbare Intubation dient der Abstand zwischen Schildknorpel des Larynx und Kinns Spitze bei maximaler Reklination des Kopfes. Dieser thyromentale Abstand soll bei mehr als 6,5 cm einen ausreichend großen inframandibulären Raum repräsentieren. Unter 6 cm Distanz ist nach Patil^[60] eine schwierige Intubation zu erwarten. Auch bei diesem Test ist eine große Vielfalt in den Messmethoden der Studien festzustellen^[5,17]. Die Entscheidung, ab welcher Distanz von einer schwierigen Intubation auszugehen ist, wurde unterschiedlich beschrieben und schränkt damit die Brauchbarkeit ein^[14,73].

Die Messung der Mandibulalänge wird teilweise zusätzlich empfohlen^[9,48]. Auch hier soll eine Verkürzung der Distanz zwischen Kinns Spitze und Kieferwinkel auf unter 6 bis 9 cm ein Hinweis auf eine schwierige Intubation sein. Die exakte äußere Vermessung des Unterkieferknochens ist allerdings oft erschwert und mit einer hohen Varianz zwischen den Untersuchern verbunden.

Andere Testverfahren, wie die Messung der sterno-mentalen Distanz oder der Beweglichkeit im Atlanto-Occipital-Gelenk, werden gelegentlich ebenfalls beschrieben^[21]. Sie geben in erster Linie einen Anhalt für die Reklinationsfähigkeit des Kopfes und können damit auf eine Erschwernis bei der Intubation hindeuten. Die Verbreitung innerhalb der Literatur ist allerdings geringer als die der anderen genannten Verfahren^[32]. Komplexere Kombinationen von Untersuchungen zur Bildung von Risikoprofilen, wie sie zum Beispiel beim Wilson-Risk-Score angewendet werden, haben zu einer höheren Homogenität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse geführt. Die Vorhersage der schwierigen Intubation konnte bei größerem klinischem Aufwand jedoch nicht entscheidend verbessert werden^[73,84]. Auch der in den letzten Jahren hoffnungsvoll untersuchte Upper-Lip-Bite-Test konnte keine Überlegenheit gegenüber den etablierten Tests zeigen^[27,39].

Im Allgemeinen wird postuliert, dass nicht ein einzelner Test, sondern die Häufung an Risikofaktoren zur Vorhersage einer schwierigen Intubation beurteilt werden sollte^[56,65]. Wenn mehrere potentiell erschwerende Faktoren zusammentreffen, erhöht sich das Risiko für eine schwierige Intubation relevanter als bei der Klassifizierung von Einzelindizien^[4,14].

1.3.2 Schwierige Laryngoskopie als Zielkriterium

Interessanterweise haben die meisten Studien zu diesem Thema als Zielkriterium nicht die "schwierige Intubation" an sich, sondern nur die "schwierige Laryngoskopie" betrachtet. Eine schwierige Einstellung der Glottis nach Cormack und Lehane Grad III und IV wurde mit einer schwierigen Intubation gleichgesetzt. Nur wenige Studien haben den Gebrauch anderer Materialien, besonderer Techniken, oder mehrerer Intubationsversuche als zusätzliches Kriterium berücksichtigt^[63,73,86].

Fast alle Studien haben als Ergebnis nur die (sehr) schwierige Intubation betrachtet, die auch den erfahrenen Arzt vor deutliche Probleme stellt. Eine "erschwerte Intubation", bei der zumindest der erste Intubationsversuch erfolglos war, blieb fast immer unbetrachtet, wenn im weiteren Verlauf die Intubation gelang und die laryngoskopische Sicht nicht wie oben beschrieben deutlich eingeschränkt war. Dabei kann theoretisch bereits dieses Szenario für den unerfahrenen Arzt belastend sein und eine Erhöhung des Aufwands bedeuten^[2].

1.4 Ziele der Studie

In dieser Studie soll ein, für die Klinik typisches Patientenkontingent untersucht werden, bei dem eine schwierige Intubation primär nicht zu erwarten ist. Patienten mit einer "erschweren" Intubation, bei der mindestens der initiale Intubationsversuch fehlgeschlagen ist, werden bezüglich gebräuchlicher Parameter für die Vorhersage der schwierigen Intubation mit den Patienten verglichen, die sich bereits im ersten Versuch intubieren ließen. Es soll modellhaft gezeigt werden, ob relevante Unterschiede in den beiden Gruppen bestehen, und die Methoden für die Vorhersage der schwierigen Intubation (gemessen als schwierige Laryngoskopie) auch auf das Kriterium einer "erschweren" Intubation (Patient kann nicht im ersten Versuch intubiert werden) angewendet werden können. Als Nebenaspekt soll der subjektive Eindruck der Intubationsschwierigkeit mit den erschweren und schwierigen Intubationen verglichen werden, sowie der Einfluss der Qualifikation des Arztes und die benötigte Zeit der Intubationsvorgänge betrachtet werden.

2 Methodik

2.1 Überblick über den Studienablauf

Zur prospektiven und kontrollierten Erhebung der Studiendaten wurde ein mehrstufiges Verfahren konzipiert, das nach randomisierter Auswahl eines geeigneten Patientenkollektivs zwei aufeinander folgende Untersuchungen beinhaltete. In einer ersten körperlichen Untersuchung wurden bei den Patienten Merkmalsausprägungen für mögliche Prädiktoren der schwierigen Intubation erfasst. In der folgenden zweiten Untersuchung wurden dieselben Patienten während einer geplanten Intubation bezüglich ihrer Intubationsbedingungen begutachtet. Die Untersuchungen verliefen weitestgehend doppelt verblindet. Im Anschluss wurden die erhobenen Daten in einer Datenbank zusammengefasst und die Patienten in je zwei Gruppen (leichte und schwierige Laryngoskopie, beziehungsweise normale und erschwerte Intubation) aufgeteilt. Diese Gruppen wurden dann bezüglich möglicher Prädiktoren miteinander verglichen.

2.1.1 Studienorganisation

Nach Planung und Vorbereitung des Studienprotokolls wurde ein Antrag auf Begutachtung an die zuständige Kommission für Ethik in der ärztlichen Forschung des Fachbereichs Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg gestellt. Nach positivem Bescheid erfolgte die endgültige Festlegung der Methodik. Nach Genehmigung durch die ärztlichen Direktoren der beteiligten Kliniken und Information der Mitarbeiter der Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin über den geplanten Studienablauf, konnte in einer Testphase die Durchführbarkeit des Protokolls gezeigt, und die Anwendung der Methodik trainiert werden. Im Anschluss begann die definitive Durchführung der Datenerhebung nach im Folgenden erläuterten Protokoll.

2.2 Auswahl der Patienten

Zur Auswahl zugelassen wurden alle erwachsenen Patienten (mindestens 18 Jahre zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung) auf Normalstationen der Unfallchirurgie und der Klinik für Orthopädie des Klinikums der Philipps-Universität Marburg, bei denen im Rahmen eines elektiven operativen Eingriffs eine orale, endotracheale Intubationsnarkose vorgesehen war. Nach diesen Kriterien zugelassene Patienten wurden im Zeitraum von Oktober 1998 bis März 1999 durch Randomisierung primär in die Studie eingeschlossen.

Hierzu wurden aus den von der OP-Planung erstellten Listen für die Eingriffe des Folgetages per Zufallsgenerator Patienteneinträge ausgewählt. Als Zufallsgenerator wurde hierbei die Funktion eines Taschenrechners (fx-5000F, Firma CASIO Computer Co. Ltd., Tokio, Japan) verwendet.

2.2.1 Aufklärung, Einwilligung und Anonymisierung

Alle auf diese Weise ausgewählten Patienten wurden am Werktag vor der OP, im Anschluss an die Prämedikationsvisite, mündlich durch den Untersucher und schriftlich mittels Informationsblatt über Inhalt, Zweck und Ablauf der Studie informiert [⇒ 6.1.1]. Nach Bedenkzeit und Einwilligung des Patienten, wurde ein Stammbblatt mit seinen persönlichen Daten (Name, Vorname, Geburtstag, Patienten-ID des Klinikums) angelegt. Auf dieser, später als Schlüsselliste für die Anonymisierung dienenden Liste, unterschrieb der Patient oder dessen gesetzlicher Betreuer auch eine schriftliche Einwilligung in die Studienteilnahme [⇒ 6.1.2]. Für jeden Teilnehmer wurde eine eindeutige Codenummer vergeben, die für die Personalisierung aller weiteren Studiendaten verwendet wurde. Personenbezogene Daten wurden im weiteren Verlauf der Untersuchungen nicht mehr erhoben oder verwendet. Die persönliche Codenummer wurde auf der Schlüsselliste vermerkt, und nach Beendigung der Studie abgetrennt und vernichtet. Auf diese Weise konnte die Anonymisierung der Daten abgeschlossen werden.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Nach Aufklärung und Einwilligung des Patienten, wurde dieser auf eine Reihe von Ausschlusskriterien hin untersucht. Außer bei fehlender oder zurückgezogener Einwilligung, wurden Patienten mit Wahlarztvertrag im Rahmen einer privaten Voll- oder Zusatzkrankenversicherung ausgeschlossen, um Verzerrungen beim untersuchten Ausbildungsstand des Narkosearztes zu vermeiden. Wahlarztpatienten wurden in der Regel nur von Fachärzten betreut. Ausgeschlossen wurden auch Kinder unter 18 Jahren und Patienten ohne eindeutiges Geschlecht, beziehungsweise nach Geschlechtsumwandlung. Ferner alle Patienten, die nicht kooperativ, oder aufgrund physischer oder psychischer Einschränkungen nicht regelrecht zu untersuchen waren. Wurde bei einem Patienten ein offensichtlicher Grund für eine zu erwartende schwierige Intubation gefunden, so wurde er ebenfalls von der Studie ausgeschlossen. Zu den Kriterien gehörte eine positive Anamnese bezüglich früherer Intubationsprobleme, Zustand nach größeren Gesichts-, Mundboden- oder Kehlkopf-Operationen, eine extrem verminderte Beweglichkeit der Halswirbelsäule, oder eine starke mandibuläre Retrognathie mit "fliehendem Kinn".

Dazu gehörten auch die Patienten, bei denen für die Narkose bereits durch den Anästhesisten eine von der Standard-Intubation abweichende Technik, oder ein anderes Narkoseverfahren geplant war. Letztlich wurden auch die Patienten ausgeschlossen, bei denen eine Nicht-Nüchtern-Einleitung (Ileuseinleitung, RSI) zu erwarten war, oder bei denen die Art des Eingriffs, beziehungsweise der Lagerung, eine standardisierte Narkoseeinleitung behindert hätte. Aus organisatorischen Gründen ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen, im Gegensatz zur OP-Planung, zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht fest stand, ob oder wann ein Eingriff stattfinden sollte.

2.3 Untersuchung I – Voruntersuchung

Alle ausgewählten Patienten, bei denen keine der oben genannten Kriterien vorlagen, wurden in die Studie eingeschlossen und im Anschluss weiter körperlich untersucht. Erhoben wurden das Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung und das Geschlecht nach Angaben des Patienten. Danach wurden folgende mögliche Prädiktoren der unerwartet schwierigen Intubation erfasst:

2.3.1 Sichtbarkeit der Oropharynx-Strukturen nach Samsoon&Young

Der in Rückenlage liegende Patient wurde aufgefordert, seinen Kopf in Neutralposition zu legen, den Mund maximal zu öffnen und die Zunge ohne Phonation ganz herauszustrecken. Dann wurde die Sichtbarkeit oropharyngealer Strukturen durch den Untersucher beurteilt und nach Samsoon&Young^[67] folgendermaßen klassifiziert:

- Klasse I (S&Y-1): Weicher Gaumen, vorderer und hinterer Gaumenbogen, sowie die komplette Uvula sind sichtbar
- Klasse II (S&Y-2): Weicher Gaumen, vorderer Gaumenbogen und der größte Anteil der Uvula sind sichtbar
- Klasse III (S&Y-3): Weicher Gaumen und die Basis der Uvula sind sichtbar, der größte Anteil der Uvula ist verdeckt
- Klasse IV (S&Y-4): Auch der weiche Gaumen ist verdeckt, nur der harte Gaumen ist sichtbar

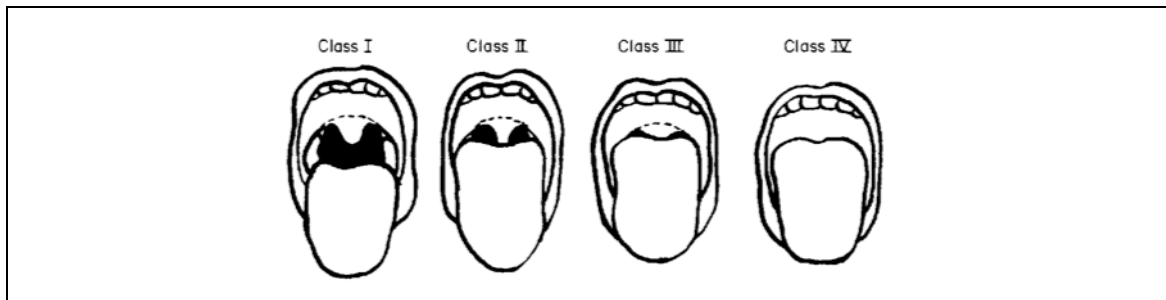


Abb. 2.3.a: Einteilung der oropharyngealen Sicht nach Samsoon und Young

2.3.2 Zahnreihenabstand

Der Patient befand sich in Rückenlage und hatte den Mund, soweit wie ohne fremde Hilfe möglich, geöffnet. Eventuelle, herausnehmbare Zahnprothesen waren zuvor entfernt worden. Mit einem desinfizierbaren, medizinischen Zentimetermaß wurde dann der minimale Abstand zwischen den oralen Kanten der oberen (Zahn 11, 12, 21, 22) und unteren (Zahn 31, 32, 41, 42) Schneidezähne in Zentimetern gemessen. Fehlten Zähne, oder hatten benachbarte Zähne eine unterschiedliche Größe, wurde die kleinere Distanz gewählt. Fehlten alle Schneidezähne desselben Kiefers, wurde der Abstand zur Gingiva gemessen. Der kleinste ermittelte Abstand wurde dokumentiert.

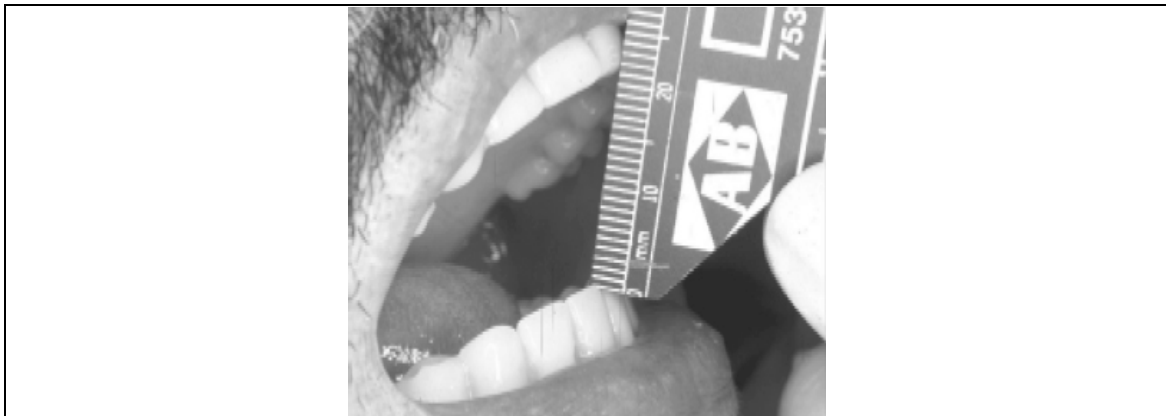


Abb. 2.3.b: Messung Zahnreihenabstand (nach Scielo.br)

2.3.3 Kinn-Kehlkopf-Distanz

Zur Bestimmung des thyromentalen Abstands wurde der Patient in gleicher Position mit maximal rekliniertem Kopf gelagert, der Mund war geschlossen. Gemessen wurde die Distanz zwischen medialer Kinnschuppe (äußere, frontale Unterkante der Mandibula) und Oberkante des Schildknorpels (Prominentia laryngea der Cartilago thyroidea) mittels Zentimetermaß. Die anatomischen Leitstrukturen wurden zuvor durch Tasten aufgesucht und markiert.

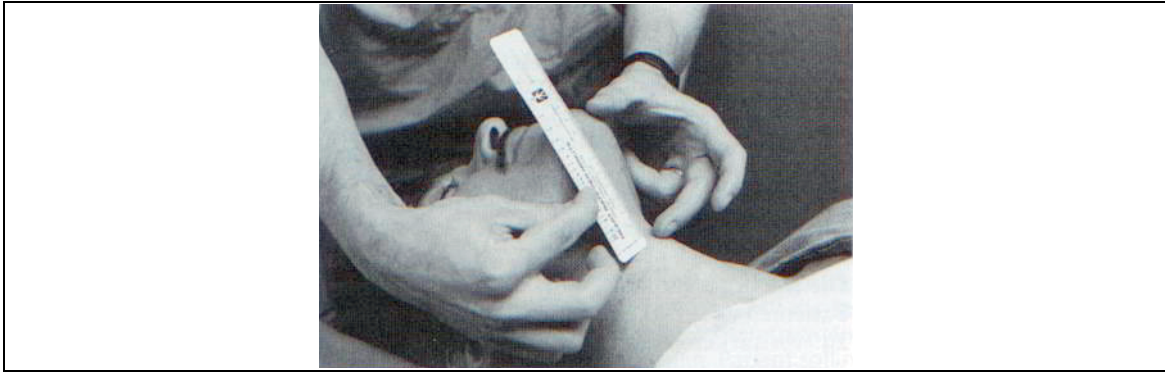


Abb. 2.3.c: Messung Kinn-Kehlkopf-Distanz (nach Liu, P.)

2.3.4 Mandibulalänge

Nach Aufheben der Reklination wurde am entspannt liegenden Patienten mittels derselben Methode die Länge des Unterkiefers zwischen Kinnspitze und äußerem dorsalen Winkel des Angulus mandibulae gemessen und in Zentimetern notiert.

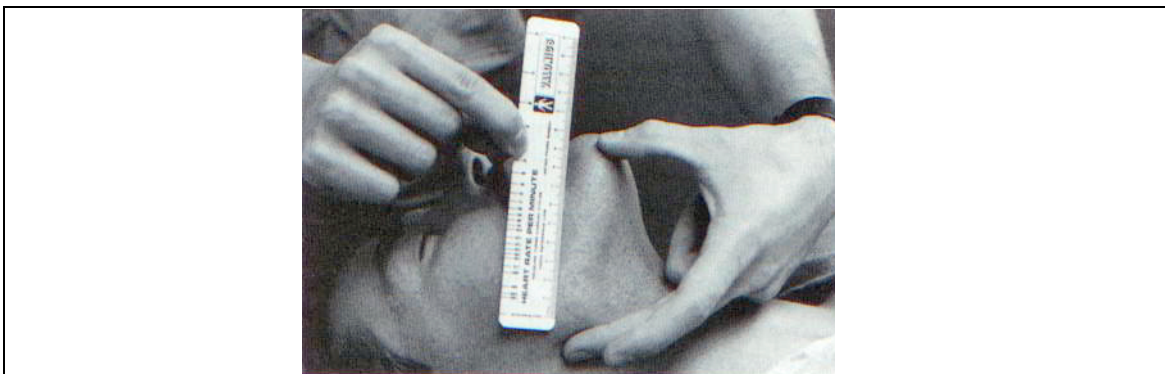


Abb. 2.3.d: Messung Mandibulalänge (nach Liu, P.)

2.3.5 Dokumentation der Voruntersuchung

Alle erhobenen Werte wurden auf einem speziellen Untersuchungsbogen I dokumentiert, der mit der persönlichen Codenummer des Patienten zur Identifikation versehen war [⇒ 6.1.3]. Dieser Bogen wurde in die Studiendokumentation übernommen. Zur Gewährleistung einer weitgehenden "Verblindung" der Untersuchung wurden dem Patienten keine Details zu den erhobenen Messwerten mitgeteilt. Auf Nachfrage wurde ihm mitgeteilt, dass die Werte alle im normalen Bereich lägen. Bewusste Äußerungen und Interpretationen zu den Ergebnissen wurden unterlassen. Zur Dokumentation der nachfolgenden Narkoseuntersuchung wurde ein leeres Blanko-Formular des Untersuchungsbogens II mit derselben Codenummer markiert und dem Narkoseprotokoll in der Krankengeschichte beigelegt.

2.4 Untersuchung II – Narkoseuntersuchung

Alle eingeschlossenen Patienten wurden am Tag ihres geplanten operativen Eingriffs von dem die Narkoseeinleitung durchführenden Anästhesisten begutachtet. Die Identifikation eines Studienpatienten erfolgte über das dem Narkoseprotokoll beigefügte Untersuchungsformular II [⇒ 6.1.4]. Um eine Beeinflussung des Narkosearztes auszuschließen, wurden die Werte der Voruntersuchung weder dem Patienten noch dem Arzt bekannt gegeben und auch nicht in der Krankengeschichte vermerkt. Die Vorbereitung und Induktion der Allgemeinanästhesie erfolgte ohne Einschränkungen seitens des Studienprotokolls nach Ermessen des Anästhesisten. Erst wenn alle Medikamente appliziert waren, der Patient nach entsprechender Anschlagszeit in tiefer relaxierter Narkose war, und alle Vorbereitungen für die eigentliche Intubation abgeschlossen waren, begann die Narkoseuntersuchung im Rahmen der Studie.

2.4.1 Laryngoskopische Sicht nach Cormack&Lehane

Nach optimaler Lagerung des reklinierten Kopfes des Patienten, leicht erhöht in "Schnüffel-Position", wurde während der Einstellung der Stimmritze mit Laryngoskop und Macintosh-Spatel durch den Anästhesisten die Sicht auf die Glottis befundet und nach Cormack&Lehane^[23] in 4 Grade eingeteilt:

- Grad I (C&L-1): Die Stimmritze ist vollständig einsehbar
- Grad II (C&L-2): Nur das hintere Drittel der Glottis, beziehungsweise die hintere Kommissur mit den Aryhöckern ist sichtbar
- Grad III (C&L-3): Die Glottis ist vollständig verdeckt; nur die Epiglottis ist erkennbar
- Grad IV (C&L-4): Auch die Epiglottis ist durch Zunge und Mundbodenstrukturen komplett überlagert und nicht mehr zu sehen

Dokumentiert wurde der Grad der besten laryngoskopischen Sicht, der gegebenenfalls nach Lageoptimierung oder externem Kehlkopfdruck zu erreichen war.

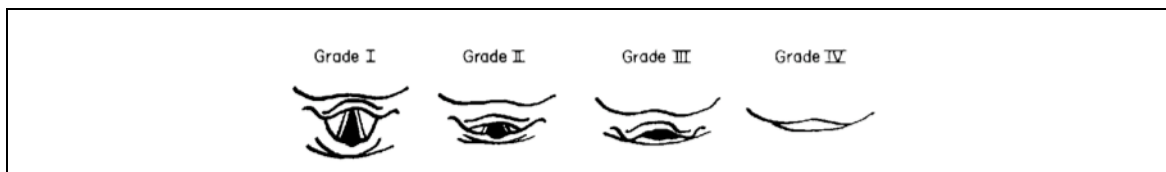


Abb. 2.4.a: Einteilung der laryngoskopischen Sicht nach Cormack und Lehane (nach S&Y)

2.4.2 Anzahl der Intubationsversuche

Notiert wurde die Anzahl der Intubationsversuche die nötig waren, um den Tubus endotracheal korrekt zu platzieren. Der erste Versuch wurde mit "1" gezählt. Ein weiterer Versuch wurde gezählt, nachdem der Tubus falsch (nicht endotracheal) platziert, im Verlauf ein anderer Tubus gewählt, oder der Intubationsversuch für eine Zwischenbeatmung oder wegen Erschöpfung des Anästhesisten abgebrochen wurde. Nicht als eigener Versuch gewertet wurden Materialfehler (zum Beispiel Cuff defekt) oder Mängel in der Vorbereitung (beispielsweise falscher Tubus oder Führungsstab nicht ausreichend gleitfähig), die keinen Zusammenhang mit dem Patienten aufwiesen.

► Zusätzlicher Materialaufwand

Wenn während der Intubationsversuche zusätzliches Material erforderlich war, wurde dies auf dem Untersuchungsbogen vermerkt. "Zusätzlich" war jedes benutzte Material, außer einem Laryngoskop mit Macintosh-Spateln und dem initial gewählten Endotrachealtubus. Ein Führungsstab wurde nur dann als zusätzlich angesehen, wenn er erst im Verlauf hinzugefügt wurde. Zusätzliche Materialien waren Spezial-Spatel, Intubations-Larynxmasken, Kombinations-Tuben, oder Fiberoptiken.

► Zusätzlicher Personalaufwand

Sobald für die Intubationsversuche weiteres Personal erforderlich war, wurde dieses ebenfalls auf dem Untersuchungsbogen dokumentiert. Dies konnte ein Anästhesist mit mehr Erfahrung, ein zusätzlicher Assistent oder ein sonstiger Helfer sein und wurde nicht weiter differenziert. Entscheidend war vielmehr, dass das zusätzliche Personal direkt am Intubationsvorgang beteiligt war und nicht nur beispielsweise zur Materialbeschaffung herangezogen wurde.

2.4.3 Zeitmessung des Intubationsvorgangs

Gemessen wurde die Dauer des gesamten Intubationsvorgangs mittels handelsüblicher Stoppuhr (C-510, Firma Etic, China) durch den Anästhesie-Funktionsdienst. Die Intubationsdauer wurde definiert als Zeit vom Weglegen der Beatmungsmaske für das Entgegennehmen des Laryngoskops, bis zur ersten erfolgreichen Beatmung über den korrekt platzierten Tubus. Die korrekte Lage wurde durch eine regelrechte etCO₂-Kurve in der expiratorischen Kapnometrie verifiziert. Die Zeit wurde auf dem Untersuchungsbogen in Minuten und Sekunden notiert. Die Zeit für die Fixierung des Tubus wurde nicht berücksichtigt, da sie je nach Methode, Lagerung und Vorlieben deutlich variieren kann. In den ersten vier Wochen der Untersuchungen wurde die

Messung der Zeit durch den Doktoranden der Studie überwacht und das Anästhesiepersonal in die richtige Durchführung der Methodik eingewiesen.

2.4.4 Subjektiver Eindruck des Untersuchers

Jeder Untersucher dokumentierte seinen subjektiven Eindruck der Intubationsschwierigkeiten. Er konnte wählen zwischen "leicht", als Beschreibung für den normalen Routine-Vorgang, und "erschwert" als Bezeichnung für eine abweichende Erschwernis während der Intubation. Beurteilt wurde der gesamte Vorgang an sich. Es gab keine Unterscheidung zwischen schwieriger Einstellung und erschwelter Tubusplatzierung. Der Untersucher war angehalten, nur den Intubationsvorgang und nicht die gesamte Einleitung oder die Maskenbeatmung zu beurteilen.

2.4.5 Ausbildungsstand des Untersuchers

Die Qualifikation des Anästhesisten wurde in Form des Ausbildungsstandes festgehalten. Maßgeblich war die höchste Qualifikation eines direkt an der Intubation beteiligten Untersuchers. Folgende Stufen wurden unterschieden:

- AiP: Arzt im Praktikum
- 1. Jahr: Erstes Jahr der anästhesiologischen Facharztweiterbildung
- 2. Jahr: Zweites Jahr der anästhesiologischen Facharztweiterbildung
- 3. Jahr: Drittes Jahr der anästhesiologischen Facharztweiterbildung
- 4. Jahr: Viertes Jahr der anästhesiologischen Facharztweiterbildung
- 5. Jahr: Fünftes Jahr der anästhesiologischen Facharztweiterbildung
- > 5. Jahr: Mehr als fünf Jahre anästhesiologische Weiterbildung ohne Facharztanerkennung
- Facharzt: Facharzt für Anästhesiologie
- Oberarzt: Facharzt in der Funktion eines Oberarztes

Die Unterscheidung zwischen AiP und 1./2. Jahr wurde gewählt, um Berufsanfänger in der anästhesiologischen Ausbildung, die nicht mehr Arzt im Praktikum waren (zum Beispiel durch Wechsel des Fachs), sinngemäß einzugruppieren.

2.4.6 Dokumentation der Narkoseuntersuchung

Die Ergebnisse der Narkoseuntersuchung wurden auf dem zum Narkoseprotokoll hinzugefügten Untersuchungsbogen II durch den Anästhesisten notiert [⇒ 6.1.4]. Die Untersuchungsbögen wurden nach der Einleitung der Krankengeschichte entnommen

und innerhalb des OP-Bereichs zentral gesammelt. Sie wurden dann durch den Doktoranden der Studiendokumentation zugeführt. Der Untersuchungsbogen II war bereits während der Voruntersuchung mit der persönlichen Codenummer des Patienten versehen worden, um eine Identifikation zu ermöglichen.

Dokumentiert wurden zusätzlich alle Abweichungen vom geplanten Anästhesieverlauf. Wenn beispielsweise entgegen der Planung schon initial ein anderes Intubationsverfahren durchgeführt wurde, oder Abweichungen in der OP-Planung eine Änderung des Vorgehens notwendig machten.

In der Testphase und in den ersten vier Wochen der Studie, sowie stichprobenartig im Verlauf erfolgte die Dokumentation der Narkoseuntersuchung durch den Doktoranden der Studie. Dabei wurden die beteiligten Mitarbeiter der Abteilung für Anästhesie im Umgang mit der Methodik geschult.

2.5 Archivierung und Datenschutz

Nach Abschluss der Studie wurden die Untersuchungsbögen mit den erhobenen Befunden, sowie die Schlüsselliste zur Identifikation der Patienten zusammen mit dem Studienprotokoll in der Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin der Philipps-Universität Marburg archiviert. Sie werden gemäß den Empfehlungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und den abgeleiteten Grundsätzen und Verfahrensregeln der Philipps-Universität für 10 Jahre aufbewahrt^[25,37]. Die Codenummern zur Identifizierung der Patienten werden nach Ablauf der Aufbewahrungsfrist von der Schlüsselliste abgetrennt, um die Anonymisierung zu vervollständigen und den Anforderungen des vorgesehenen Datenschutzes gerecht zu werden. Die Einwilligung der Patienten verbleibt in der Studiendokumentation. Die weitere Archivierung der Studiendokumentation erfolgt nach den gültigen rechtlichen Bestimmungen. Ab dem Zeitpunkt der Übertragung der Daten in die Studiendatenbank erfolgte die weitere Speicherung und Verarbeitung ausschließlich anonymisiert. Personenbezogene (identifizierende) Daten wurden zu keiner Zeit elektronisch gespeichert.

2.6 Elektronische Datenverarbeitung

2.6.1 Datenerfassung in FileMaker

Die elektronische Erfassung der Daten aus beiden Untersuchungsbögen wurde mit Hilfe einer speziell für diesen Zweck durch den Doktoranden der Studie erstellten Datenbank auf Basis der Software 'FileMaker' (FileMaker Pro 6.0v4 Mac, Firma FileMaker Inc.,

Santa Clara, USA) vorgenommen. Hierzu wurde eine Oberfläche programmiert, die den Inhalt der beiden Untersuchungsbögen abbildete [⇒ 6.2]. Sich gegenseitig ausschließende Einträge wurden über so genannte Optionsfelder angekreuzt, fakultative Einträge konnten kontextabhängig über Markierungsfelder hinzugefügt werden und numerische Werte wurden direkt in Zahlenfelder eingetragen. Dabei erfolgte eine automatisierte Meldung, falls die Zahlen außerhalb plausibler Grenzen lagen, um Eingabefehler zu minimieren. Zahlenfelder waren mit "0", Optionsfelder und leere Markierungsfelder mit "Keine Angabe (0)" vorkodiert. Dadurch konnten fehlende Werte erkannt werden.

Pro Patient wurde ein Datensatz angelegt. Dieser wurde automatisch mit einer fortlaufenden Identifikationsnummer gekennzeichnet. Jeder Eintrag darin wurde durch die Software zusätzlich in einen eindeutigen und einheitlichen Zahlenwert konvertiert. Aus diesen Datensätzen wurde dann eine nur aus numerischen Werten bestehende Datei mit allen für die statistische Bearbeitung relevanten Variablen an die Software 'SPSS' exportiert.

2.6.2 Datenaufbereitung in SPSS

Die weitere Datenmodifikation und alle statistischen Berechnungen erfolgten anschließend mit der Statistik-Software 'SPSS' (SPSS 11.0.4 for Mac OS X, Firma SPSS Inc., Chicago, USA). Zur Optimierung des Informationsgewinns und zur besseren Vergleichbarkeit bei der Überprüfung von Hypothesen wurden die Daten ordinaler und pseudo-intervallskalierter Variablen zu in der Literatur^[31,47,73] gebräuchlichen Gruppen zusammengefasst. Die jeweilige Gruppenzugehörigkeit wurde dabei in einer eigenen neuen Variable festgehalten. Die Gruppen waren, mit Ausnahme der 'Qualifikationsgruppe Arzt', für statistische Berechnungen dichotom angelegt. Die Zuordnung zu den einzelnen Gruppen wurde durch die Recode-Funktion in SPSS vorgenommen. Bis auf die Variable 'Qualifikationsgruppe Arzt' wurden alle Zuordnungen so gewählt, dass die Gruppe (1) einer "normalen" oder "leichten" Intubation und die Gruppe (2) einer "erschwerten" oder "schwierigen" Intubation entsprach.

► Samsoon&Young-Gruppe

Aufteilung der Samsoon&Young Klassen auf zwei Gruppen:

- (1) Klasse I und II
- (2) Klasse III und IV

► Cormack&Lehane-Gruppe

Aufteilung des Cormack&Lehane Grads in 2 Gruppen:

- (1) Grad I und II
- (2) Grad III und IV

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

Aufteilung nach Anzahl der Intubationsversuche in 2 Gruppen:

- (1) = 1 Versuch (entspricht "normal")
- (2) > 1 Versuch (entspricht "erschwert")

► Qualifikationsgruppe Arzt

Aufteilung der Qualifikation des Arztes in 3 Gruppen:

- (1) Arzt im Praktikum (AiP, 1. und 2. Weiterbildungsjahr)
- (2) Assistenzarzt (ab 3. Weiterbildungsjahr)
- (3) Facharzt (Facharzt oder Oberarzt)

► Subjektiver Eindruck Arzt

Aufteilung des subjektiven Eindrucks auf 2 Gruppen:

- (1) "leicht"
- (2) "erschwert"

► Verwendete Variablen in SPSS

Die folgende Tabelle enthält eine strukturierte Übersicht über die in SPSS verwendeten Variablen und das zugehörige Skalenniveau.

Tab. 2.6.a: Variablen in SPSS

Variablenname	Beschreibung	Skalenniveau
DEMOGRAFISCHE VARIABLEN		
Alter [Jahre]	Patientenalter in Jahren	Intervall
Geschlecht	männlich oder weiblich	Nominal, dichotom
VORHERSAGEVARIABLEN		
Samsoon&Young-Gruppe	Klasse I-II, Klasse III-IV	Ordinal, dichotom
Mandibulalänge [cm]	Mandibulalänge in cm	Intervall
KinnKehlkopfDistanz [cm]	Kinn-Kehlkopf-Distanz in cm	Intervall
Zahnreihenabstand [cm]	Zahnreihenabstand in cm	Intervall
ERGEBNISVARIABLEN		
Cormack&Lehane-Gruppe	Grad I-II, Grad III-IV	Ordinal, dichotom
Schwierigkeitsgrad der Intubation	Anzahl Intubationsversuche einfach (=1) oder erschwert (>1)	Ordinal, dichotom
NEBENASPEKT-VARIABLEN		
Qualifikationsgruppe Arzt	AiP, Assistent, Facharzt	Ordinal
Dauer der Intubation [sek]	Gesamtdauer aller Intubationsversuche in Sekunden	Intervall
Subjektiver Eindruck Arzt	leicht, erschwert	Ordinal, dichotom

2.7 Statistische Betrachtungen

Grundlagen des statistischen Analysemodells

Zur vergleichenden Beurteilung der Vorhersageverfahren von schwieriger Laryngoskopie und erschwerter Intubation, wurde ein mehrstufiges Modell statistischer Betrachtungen angewandt. Im ersten Schritt wurden die Wertegruppen anhand statistischer Lageparameter und nichtparametrischer Tests auf Unterschiede in ihrer Verteilung und mittleren Tendenz überprüft. Es folgte, in Bezug auf die Ergebnisvariablen, eine Betrachtung des Zusammenhangs und der Vorhersagekraft der einzelnen Prädiktoren unter Einsatz von Korrelations- und Regressionsberechnungen. Schließlich wurde eine Auswahl konkreter Wertegruppen auf ihre diagnostische Bedeutung in Form von Sensitivität und Spezifität hin untersucht.

2.7.1 Deskriptive Datenanalyse

Um einen Überblick über die erhobenen Daten zu bekommen, wurden für alle Variablen statistische Kennwerte und Übersichtsgrafiken erstellt^[69]. Es wurde zwischen intervallskalierten und ordinal-, beziehungsweise nominalskalierten Variablen unterschieden. Folgende Angaben wurden im Einzelnen dargestellt:

► Variablen mit Intervallskala

- Anzahl gültiger Werte (Valid)
- Anzahl fehlender Werte (Missing)
- Arithmetisches Mittel (Mean)
- Modus (Mode)

Bei mehr als einem Modalwert wurde systembedingt in SPSS nur der erste (kleinste) Wert angegeben. Es erfolgte aber ein Hinweis auf weitere Modi.

- Standardabweichung (Std. Deviation)
- Kleinster vorkommender Wert (Minimum)
- Größter vorkommender Wert (Maximum)
- Perzentilen (Percentiles)

Es wurden die Perzentilen 10, 25, 50, 75 und 90 angegeben.

- Grafik: Histogramm

Überlagert ist der Kurvenverlauf einer Normalverteilung.

Angegeben wurde ferner das Ergebnis des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Abweichung von der Normalverteilung.

► **Variablen mit Ordinal- oder Nominalskala**

- Anzahl gültiger Werte (Valid)
- Anzahl fehlender Werte (Missing)
- Gruppiertes Median (Median)

Da die meisten Variablen Gruppierungen mehrerer Werte enthielten, wurde der gruppierte Median berechnet, um insbesondere bei dichotomen Variablen durch rechnerische Zwischenwerte einen Informationsgewinn zu erlangen^[28,81].

- Modus (Mode)

Bei mehr als einem Modalwert wurde systembedingt in SPSS nur der erste (kleinste) Wert angegeben. Es erfolgte aber ein Hinweis auf weitere Modi.

- Interquartilsabstand (IQR)

Abstand zwischen 25. und 75. Perzentile

- Kleinster vorkommender Wert (Minimum)
- Größter vorkommender Wert (Maximum)
- Perzentilen (Percentiles)

Es wurden die Perzentilen 10, 25, 50, 75 und 90 angegeben.

Analog zum Median wurden auch die anderen Perzentilen gruppiert berechnet. Systembedingt konnten in SPSS nicht immer alle Perzentilen der Randbereiche kalkuliert werden ("Percentiles are undefined"). In diesen Fällen wurde zur Anzeige und weiteren Berechnung der nächstliegende Realwert (zum Beispiel Minimum oder Maximum) herangezogen.

- Grafik: Kreisdiagramm

Dargestellt wurden die absolute Häufigkeit, sowie der prozentuale Anteil, bezogen auf die Anzahl aller gültigen Fälle.

► Kolmogorov-Smirnov-Test

Getestet wurden alle intervallskalierten Variablen mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Abweichung von der Normalverteilung. Nullhypothese (H0): Die getestete Verteilung weicht nicht signifikant von der Normalverteilung ab. Alternativhypothese (H1): Die getestete Verteilung weicht von einer Normalverteilung ab.

Das Signifikanzniveau wurde, wie in der Medizin üblich, mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle, in denen für einzelne Variablen keine Werte vorhanden waren (Missing Values), wurden nur bei der Testung der jeweiligen Variablen ausgeschlossen.

2.7.2 Überprüfung auf Gruppenunterschiede

Es wurde untersucht, ob sich die Werte der Vorhersagevariablen bezüglich ihrer Verteilung und zentralen Tendenz in den Gruppen der Ergebnisvariablen voneinander unterscheiden. Auch hierbei wurde in der Darstellung zwischen intervallskalierten und ordinal-, beziehungsweise nominalskalierten Variablen unterschieden^[43].

► Variablen mit Intervallskala

Deskriptive Daten und Lagemaße

Die Daten wurden analog der deskriptiven Statistik aller Variablen [⇒ 2.7.1], aber getrennt nach den Gruppen der Ergebnisvariablen angegeben.

Grafik: Boxplot

Gegenüberstellung der Boxplots der Vorhersagevariablen nach Gruppen der Ergebnisvariablen.

Bei allen Boxplots in dieser Studie wurden Werte als Ausreißer [○] markiert, wenn sie mehr als das 1,5-fache und bis zum 3-fachen Interquartilsabstand (IQR) von einem Ende der Box aus entfernt lagen. Als Extremwerte [*] wurden die Fälle markiert, die mehr als den 3-fachen IQR entfernt lagen. Sofern die Boxplot-Definition der Quartile in SPSS abwich, wurde die Darstellung an die zuvor errechneten Werte angeglichen.

Grafik: Kumulative Häufigkeit in Prozent

Darstellung der prozentualen kumulativen Häufigkeit, getrennt nach Gruppen der Ergebnisvariablen. Es wurden die Werte der Vorhersagevariablen in aufsteigender Reihenfolge kumuliert.

U-Test nach Mann und Whitney

Zum statistischen Vergleich der zwei unabhängigen Variablen (Vorhersage- und Ergebnisvariable) wurde der U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischer Test gewählt, da für mindestens eine der Variablen nur ein Ordinalskalenniveau gegeben war. Als verteilungsfreier Test wurde damit auch der Tatsache Rechnung getragen, dass nicht für alle intervallskalierten Variablen eine Normalverteilung angenommen werden konnte.

Nullhypothese (H0): Die Werte der getesteten Vorhersagevariablen unterscheiden sich nicht signifikant in den Gruppen der Ergebnisvariablen. Alternativhypothese (H1): Die Werte der getesteten Vorhersagevariablen unterscheiden sich in den Gruppen der Ergebnisvariablen.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► Variablen mit Ordinal- oder Nominalskala**Deskriptive Daten und Lagemaße**

Die Daten wurden analog der deskriptiven Statistik aller Variablen [⇒ 2.7.1], aber getrennt nach den Gruppen der Ergebnisvariablen angegeben.

Grafik: Balkendiagramm

Prozentuale Aufteilung der Werte der Vorhersagevariablen innerhalb der Gruppen der Ergebnisvariablen

Grafik: Kumulative Häufigkeit in Prozent

Darstellung der prozentualen kumulativen Häufigkeit, getrennt nach Gruppen der Ergebnisvariablen. Es wurden die Werte der Vorhersagevariablen in aufsteigender Reihenfolge kumuliert.

Die Variable Geschlecht ist dichotom-nominalskaliert, daher wurde ein Beginn mit dem Wert "männlich" festgelegt.

U-Test nach Mann und Whitney

Analog zu den intervallskalierten Variablen zuvor wurde auch hier der nichtparametrische U-Test nach Mann und Whitney angewandt.

Die Hypothesen, das Signifikanzniveau und die Behandlung von fehlenden Werten (Missing Values) entsprechen dem Test der intervallskalierten Variablen.

2.7.3 Überprüfung auf Zusammenhänge

Es wurde untersucht, ob sich bei den Werten der Vorhersagevariablen signifikante Zusammenhänge (Korrelationen) mit den Werten der Ergebnisvariablen zeigen.

Um die Stärke des Zusammenhangs zu beurteilen, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (Spearman's Rho) zweiseitig (2-tailed) berechnet. Aufgrund der ordinalskalierten Ergebnisvariablen wurde eine bivariate, nichtparametrische Korrelation als verteilungsfreie Methode gewählt.

Das Signifikanzniveau wurde wie zuvor mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur in den Berechnungen der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

2.7.4 Überprüfung auf Vorhersage

Um die Art und Richtung möglicher Zusammenhänge zwischen Vorhersage- und Ergebnisvariablen aufzuzeigen, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Es wurde untersucht, ob die Werte der Ergebnisvariablen aus den Werten einer oder mehrerer Vorhersagevariablen signifikant vorhergesagt werden konnten.

Da die abhängigen Ergebnisvariablen dichotom ordinalskaliert vorlagen, wurde das Verfahren der binären logistischen Regression gewählt. Von Vorteil war, dass hierbei das Skalenniveau der unabhängigen Vorhersagevariablen beliebig sein konnte. Da alle Variablen in der Analyse dichotom oder intervallskaliert vorlagen, konnte auf eine zusätzliche Transformation und Kategorisierung verzichtet werden.

► Vorhersage der Cormack&Lehane-Gruppe

Abhängige Ergebnisvariabel: Cormack&Lehane-Gruppe. Der Referenzwert der abhängigen Variablen für die Interpretation ist der Wert, der intern mit "1" kodiert wurde.

Unabhängige Vorhersagevariablen: Samsoon&Young-Gruppe (SY2), Mandibulalänge (MANDLANG), Kinn-Kehlkopf-Distanz (KKDIST), Zahnreihenabstand (ZRABST)

Methode: Schrittweise Vorwärtsselektion unter Überprüfung mittels Likelihood-Funktion (Forward: LR)

Als Grenzwert für die Klassifikation (Classification cutoff) wurde der Anteil der Fälle in der Gruppe "C&L 3+4" an der Anzahl aller gültigen Fälle gewählt.

Fälle ohne gültige Werte wurden nicht berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit für den Variablen-Einschluss wurde mit 0,05 und für den Ausschluss mit 0,1 festgelegt. Die Regressionskonstante wurde im Model

berücksichtigt, maximal 20 Wiederholungen zugelassen. Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt.

Die von der Vorhersagevariable abhängige Wahrscheinlichkeit (p) für das Auftreten einer schwierigen Laryngoskopie (Cormack&Lehane Grad III-IV) wurde in Prozent wie folgt berechnet: $p = 1 / (1 + e^{-z}) * 100$, wobei $z = [\text{Wert der Vorhersagevariable}] * \text{Regressionskoeffizient (B)} + \text{Konstante (Constant)}$ ist.

► Vorhersage des Schwierigkeitsgrads der Intubation

Abhängige Ergebnisvariabel: Schwierigkeitsgrad der Intubation. Der Referenzwert der abhängigen Variablen für die Interpretation ist der Wert, der intern mit "1" kodiert wurde.

Unabhängige Vorhersagevariablen: Samsoon&Young-Gruppe (SY2), Mandibulalänge (MANDLANG), Kinn-Kehlkopf-Distanz (KKDIST), Zahnreihenabstand (ZRABST)

Methode: Schrittweise Vorwärtsselektion unter Überprüfung mittels Likelihood-Funktion (Forward: LR)

Als Grenzwert für die Klassifikation (Classification cutoff) wurde der Anteil der Fälle in der Gruppe "erschwert" an der Anzahl aller gültigen Fälle gewählt.

Fälle ohne gültige Werte wurden nicht berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit für den Variablen-Einschluss wurde mit 0,05 und für den Ausschluss mit 0,1 festgelegt. Die Regressionskonstante wurde im Model berücksichtigt, maximal 20 Wiederholungen zugelassen. Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt.

Die von der Vorhersagevariable abhängige Wahrscheinlichkeit (p) für das Auftreten eines erschwerten Schwierigkeitsgrads der Intubation wurde in Prozent wie folgt berechnet: $p = 1 / (1 + e^{-z}) * 100$, wobei $z = [\text{Wert der Vorhersagevariable}] * \text{Regressionskoeffizient (B)} + \text{Konstante (Constant)}$ ist.

2.7.5 Ermittlung eines diagnostischen Werts

Um einen konkreten diagnostischen Wert der Vorhersagevariablen beurteilen zu können, wurde jede intervallskalierte Variable anhand in der Literatur gebräuchlicher Größen in zwei Kollektive geteilt^[6,9,60]. Die Aufteilung erfolgte mithilfe der Recode-Funktion in SPSS auf folgende Gruppen:

Mandibulalänge ≤ 9 cm

Aufteilung der Mandibulalänge auf zwei Gruppen:

- (1) > 9 cm
- (2) ≤ 9 cm

KinnKehlkopfDistanz $\leq 6,5$ cm

Aufteilung der Kinn-Kehlkopf-Distanz auf zwei Gruppen:

- (1) $> 6,5$ cm
- (2) $\leq 6,5$ cm

Zahnreihenabstand ≤ 4 cm

Aufteilung des Zahnreihenabstands auf zwei Gruppen:

- (1) > 4 cm
- (2) ≤ 4 cm

Die Samsoon&Young-Gruppe lag bereits dichotom vor, die Gruppenzugehörigkeit der anderen Variablen wurde jeweils in einer neuen Vergleichsvariablen festgehalten. Auf diese Weise konnten die real beobachteten Fälle schwieriger oder erschwerter Intubationen den Vorhersagegrößen direkt gegenübergestellt werden. Die Gruppen der Vergleichsvariablen waren auch hier so gewählt, dass die höhere Gruppe (2) eine schwierigere oder erschwerte Intubation implizierte.

Tab. 2.7.a: Vergleichsvariablen

DIAGNOSTISCHE VERGLEICHSVARIABLEN		
Mandibulalänge ≤ 9 cm	Aufteilung auf 2 Gruppen	Ordinal, dichotom
KinnKehlkopfDistanz $\leq 6,5$ cm	Aufteilung auf 2 Gruppen	Ordinal, dichotom
Zahnreihenabstand ≤ 4 cm	Aufteilung auf 2 Gruppen	Ordinal, dichotom

► Sensitivität und Spezifität

Für alle Vergleichsvariablen wurden die absoluten Häufigkeiten (Count), sowie die relativen Häufigkeiten innerhalb der jeweiligen Gruppe der Ergebnisvariablen (Col %) in einer Häufigkeitstabelle dargestellt.

Für die Samsoon&Young-Gruppe, sowie die anderen zu Vergleichsgruppen zusammengefassten Vorhersagevariablen wurden Sensitivität und Spezifität bezüglich der Vorhersage der Ergebnisvariablen angegeben.

Zielgröße für die Bestimmung der Sensitivität war die korrekte Vorhersage der Gruppenzugehörigkeit "C&L III-IV", beziehungsweise "SDI erschwert". Zielgröße für

die Bestimmung der Spezifität war die korrekte Vorhersage der Gruppenzugehörigkeit "C&L I-II", beziehungsweise "SDI leicht".

► Receiver-Operating-Charakteristik-Kurven

Die Ergebnisse wurden getrennt nach Ergebnisvariable als Receiver-Operating-Charakteristik-Kurve (ROC-Kurve) dargestellt. Eingetragen wurde die approximierte Kurve der Sensitivität (Sensitivity) gegen 1-Spezifität (1-Specificity), sowie eine diagonale Referenzlinie, welche die Diagrammfläche halbiert. Angegeben wurde ferner die errechnete Fläche unter der Kurve (Area).

Alle Vergleichsvariablen waren so angelegt, dass die höhere Gruppe eher einem erschweren Ergebnis entsprach (Larger test result indicates more positive test).

Der Cutoff-Wert für eine positive Klassifikation wurden eingeschlossen, fehlende Werte (Missing values) ausgeschlossen.

Vorangehend wurde pro Ergebnisvariable eine Übersicht über die errechneten Flächen unter den Kurven mit Angabe des Standardfehlers (nichtparametrisch) und des 95 % Konfidenzintervalls dargestellt. Getestet wurde, ob die Fläche nicht von 0,5 (halber Fläche) abweicht (Nullhypothese H_0), oder aber signifikant von 0,5 verschieden ist (Alternativhypothese H_1). Das Signifikanzniveau wurde auch hier mit kleiner gleich 0,05 festgelegt.

2.7.6 Vergleichende Statistik der Ergebnisvariablen

Beide Ergebnisvariablen wurden in ihren Häufigkeiten und prozentualen Anteilen miteinander verglichen.

► Häufigkeitstabelle

Darstellung aller vier vorkommenden Kombinationen mit absoluten Häufigkeiten (Count), prozentualen Anteil innerhalb der 'Cormack&Lehane-Gruppe' (Col%), prozentualen Anteil innerhalb der Gruppe 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' (Row%), sowie der entsprechenden Summen (Total).

► Grafische Darstellungen

- Balkendiagramm der prozentualen Häufigkeiten aller gültigen Werte.
Darstellung der Ergebnisvariablen paarweise nebeneinander mit Zuordnung sinngemäßer Gruppen ("C&L 1+2" mit "SDI leicht" und "C&L 3+4" mit "SDI erschwert". SDI = Schwierigkeitsgrad der Intubation).

- Balkendiagramm mit prozentualer Aufteilung des 'Schwierigkeitsgrads der Intubation' in den 'Cormack&Lehane-Gruppen'
- Balkendiagramm mit prozentualer Aufteilung der 'Cormack&Lehane-Gruppen' in den Gruppen der Variable 'Schwierigkeitsgrad der Intubation'.

► U-Test nach Mann und Whitney

Zum statistischen Vergleich der beiden Ergebnisvariablen wurde der U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischer Test gewählt, da für beide Variablen nur ein Ordinalskalenniveau gegeben war.

Nullhypothese (H0): Die Werte der beiden Ergebnisvariablen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Alternativhypothese (H1): Die Werte der beiden Ergebnisvariablen unterscheiden sich voneinander.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► Bivariate Korrelationen

Um einen Zusammenhang zwischen den Ergebnisvariablen zu beurteilen, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (Spearman's Rho) sowohl zweiseitig (2-tailed), als hier auch einseitig (1-tailed) berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde wie zuvor mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur in den Berechnungen der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

2.7.7 Überprüfungen auf Unabhängigkeit

Die Gruppen der Ergebnisvariablen wurden zusätzlich auf Unterschiede und Zusammenhänge bezüglich der demografischen Variablen und der Qualifikation des Arztes getestet. Dadurch sollte eine Unabhängigkeit von diesen Variablen überprüft werden.

► Deskriptive Daten und Lagemaße

Die Daten wurden getrennt für die Gruppen der Ergebnisvariablen, aber sonst analog der deskriptiven Statistik aller Variablen [⇒ 2.7.1] angegeben.

► Grafische Darstellung

Gegenüberstellung von Boxplots der Variable 'Alter' nach Gruppen der Ergebnisvariablen.

Die nominal- und ordinalskalierten Variablen 'Geschlecht' und 'Qualifikationsgruppe Arzt' wurden als Balkendiagramm mit prozentualer Aufteilung ihrer Werte innerhalb der Gruppen der Ergebnisvariablen dargestellt.

► U-Test nach Mann und Whitney

Zum statistischen Vergleich der jeweils zwei unabhängigen Variablen wurde der U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischer Test gewählt, da für mindestens eine der Variablen nur ein Ordinalskalenniveau gegeben war.

Nullhypothese (H0): Die Werte der getesteten Variablen unterscheiden sich nicht signifikant in den Gruppen der Ergebnisvariablen. Alternativhypothese (H1): Die Werte der getesteten Variablen unterscheiden sich in den Gruppen der Ergebnisvariablen.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► Bivariate Korrelationen

Um die Stärke eines Zusammenhangs zu beurteilen, wurde zwischen den untersuchten Variablen und den Ergebnisvariablen der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (Spearman's Rho) zweiseitig (2-tailed) berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde wie zuvor mit kleiner gleich 0,05 festgelegt.

Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur in den Berechnungen der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

2.7.8 Statistische Betrachtung des subjektiven Eindrucks

Beide Ergebnisvariablen wurden als Nebenaspekt jeweils dem subjektiven Eindruck der Ärzte gegenübergestellt. Diese konnten Intubationen als "leicht" oder "erschwert" bezeichnen.

► Häufigkeitstabelle

Darstellung aller vier vorkommenden Kombinationen mit absoluten Häufigkeiten (Count), prozentualen Anteil innerhalb der Ergebnisvariable (Col%), prozentualen

Anteil innerhalb der Gruppe 'Subjektiver Eindruck Arzt' (Row%), sowie der entsprechenden Summen (Total).

► **Balkendiagramm: Prozentuale Häufigkeiten aller Fälle**

Darstellung der Variablen-Gruppen paarweise nebeneinander mit Zuordnung sinngemäßer Gruppen ("C&L 1+2", beziehungsweise "SDI leicht" mit "Subj. leicht" und "C&L 3+4", beziehungsweise "SDI erschwert" mit "Subj. erschwert"). Angegeben wurde die prozentuale Häufigkeit bezogen auf alle gültigen Fälle.

► **Balkendiagramm: Prozentuale Aufteilung pro Ergebnisvariable**

Dargestellt wurde der prozentuale Anteil des 'Subjektiven Eindrucks' in den Gruppen der Ergebnisvariablen.

► **U-Test nach Mann und Whitney**

Zum statistischen Vergleich des 'Subjektiven Eindrucks' bezüglich der beiden Ergebnisvariablen wurde auch hier der U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischer Test gewählt.

Nullhypothese (H0): Die Werte der Variable 'Subjektiver Eindruck Arzt' unterscheiden sich nicht signifikant in den Gruppen der Ergebnisvariablen. Alternativhypothese (H1): Die Werte der Variable unterscheiden sich in den Gruppen der Ergebnisvariablen.

Das Signifikanzniveau wurde erneut mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► **Bivariate Korrelationen**

Es wurde untersucht, ob sich zwischen dem 'Subjektiven Eindruck' und den Ergebnisvariablen ein signifikanter Zusammenhang (Korrelation) zeigen lässt.

Um die Stärke des Zusammenhangs zu beurteilen, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (Spearman's Rho) zweiseitig (2-tailed) berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur in den Berechnungen der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► Überprüfung auf Unabhängigkeit von der Arzt-Qualifikation

Um einen Einfluss der Qualifikation des intubierenden Arztes auf die Beurteilung des subjektiven Eindrucks zu untersuchen, wurden die Gruppen der Variable 'Subjektiver Eindruck Arzt' bezüglich Unterschieden in der mittleren Tendenz der 'Qualifikation Arzt' getestet.

Deskriptive Daten und Lagemaße

Die Daten wurden getrennt für die Gruppen der Ergebnisvariablen, aber sonst analog der deskriptiven Statistik aller Variablen [⇒ 2.7.1] angegeben.

Grafische Darstellung

Die Variable 'Qualifikationsgruppe Arzt' wurde als Balkendiagramm mit prozentualer Aufteilung ihrer Werte innerhalb der Gruppen der Variablen 'Subjektiver Eindruck Arzt' dargestellt.

U-Test nach Mann und Whitney

Zum statistischen Vergleich der zwei unabhängigen Variablen wurde der U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischer Test gewählt.

Nullhypothese (H0): Die Werte der 'Qualifikationsgruppe Arzt' unterscheiden sich nicht signifikant in den Gruppen der Variablen 'Subjektiver Eindruck Arzt'. Alternativhypothese (H1): Die Werte der 'Qualifikationsgruppe Arzt' unterscheiden sich in den Gruppen der Variablen 'Subjektiver Eindruck Arzt'.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

Bivariate Korrelation

Um die Stärke eines Zusammenhangs zwischen der 'Qualifikation Arzt' und dem 'Subjektiven Eindruck Arzt' zu beurteilen, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (Spearman's Rho) zweiseitig (2-tailed) berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur in den Berechnungen der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

2.7.9 Statistische Betrachtung der Intubationsdauer

Beide Ergebnisvariablen wurden auf Unterschiede in der Dauer des Intubationsvorgangs, sowie auf Zusammenhänge mit der erforderlichen Zeit untersucht.

► Deskriptive Daten und Lagemaße

Die Werte der 'Dauer der Intubation' wurden auch analog der deskriptiven Statistik aller Variablen [⇒ 2.7.1], aber wiederum getrennt nach den Gruppen der Ergebnisvariablen angegeben.

► Grafische Darstellungen

Grafik: Boxplot

Gegenüberstellung der Boxplots der Variablen 'Dauer der Intubation' nach Gruppen der Ergebnisvariablen.

Grafik: Kumulative Häufigkeit in Prozent

Darstellung der prozentualen kumulativen Häufigkeit, getrennt nach Gruppen der Ergebnisvariablen. Die 'Dauer der Intubation [sek]' wurde in aufsteigender Reihenfolge kumuliert.

► U-Test nach Mann und Whitney

Zum statistischen Vergleich der Variable 'Dauer der Intubation' mit der jeweiligen Ergebnisvariable wurde auch hier der U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischer Test gewählt.

Nullhypothese (H0): Die 'Dauer der Intubation [sek]' unterscheidet sich nicht signifikant in den Gruppen der Ergebnisvariablen. Alternativhypothese (H1): Die 'Dauer der Intubation [sek]' unterscheidet sich in den Gruppen der Ergebnisvariablen.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► Bivariate Korrelation

Zur Beurteilung des Zusammenhangs zwischen 'Dauer der Intubation' und den Ergebnisvariablen, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman (Spearman's Rho) zweiseitig (2-tailed) berechnet.

Das Signifikanzniveau wurde wie zuvor mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur in den Berechnungen der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

► Überprüfung auf Unabhängigkeit von der Arzt-Qualifikation

Als Nebenaspekt wurde zusätzlich die Abhängigkeit der Intubationsdauer von der Qualifikation des intubierenden Arztes untersucht.

Bivariate Korrelation

Dazu wurde ein Zusammenhang der Intubationsdauer mit der Variable 'Qualifikationsgruppe Arzt' nach gleicher Methode überprüft.

Deskriptive Daten und Lagemaße

Die Werte der 'Dauer der Intubation' wurden erneut analog der deskriptiven Statistik aller Variablen [⇒ 2.7.1] und getrennt nach den Werten der 'Qualifikationsgruppe Arzt' angegeben.

Grafik: Boxplot

Gegenüberstellung der Boxplots der Variablen 'Dauer der Intubation' nach Gruppen der Variablen 'Qualifikationsgruppe Arzt'.

U-Test nach Mann und Whitney

Zum statistischen Vergleich der Variable 'Dauer der Intubation' mit den Gruppen der Variablen 'Qualifikationsgruppe Arzt', wurden verschiedene Kombinationen mit dem U-Test nach Mann und Whitney als nichtparametrischem Test überprüft.

Getestet wurden Unterschiede zwischen den Gruppen "Arzt im Praktikum" und "Assistenzarzt", zwischen "Arzt im Praktikum" und "Facharzt", sowie zwischen "Assistenzarzt" und "Facharzt".

Nullhypothese (H0): Die 'Dauer der Intubation [sek]' unterscheidet sich nicht signifikant in den getesteten Gruppen der 'Qualifikationsgruppe Arzt'. Alternativhypothese (H1): Die 'Dauer der Intubation [sek]' unterscheidet sich in den getesteten Gruppen der 'Qualifikationsgruppe Arzt'.

Das Signifikanzniveau wurde mit kleiner gleich 0,05 festgelegt. Fälle mit fehlenden Werten (Missing Values) wurden nur bei Testung der entsprechenden Variablen ausgeschlossen.

3 Ergebnisse

3.1 Statistische Beschreibung aller Variablen

3.1.1 Überblick über eingeschlossene Fälle

Für die Studie wurden nach Überprüfung der allgemeinen Einschlusskriterien primär 324 Patienten durch Randomisierung ausgewählt. Davon konnten nach Ausschluss aller nicht in Frage kommenden Patienten 200 (62 %) zur Voruntersuchung (Untersuchung I) zugelassen werden. Nach Abschluss der Narkoseuntersuchung (Untersuchung II) konnten davon 175 Fälle (88 %) in der folgenden Datenanalyse berücksichtigt werden.

3.1.2 Fehlende Werte (Missing Values)

Bei zwei Fällen ist die 'Cormack&Lehane-Gruppe' nicht erfasst worden. Diese Fälle betrafen je einen erschwerten und einen leichten Intubationsversuch ('Schwierigkeitsgrad der Intubation'). Sie wurden bei der Berechnung der Statistiken daher nicht weiter berücksichtigt. Dadurch reduzierte sich teilweise die Fallzahl gegenüber anderen Berechnungen.

3.1.3 Prävalenzen

► Prävalenz der unerwartet schwierigen Intubation

Die unerwartet schwierige Intubation, definiert durch die Einteilung der laryngoskopischen Sicht in die Cormack&Lehane-Gruppe III-IV, kam in 9 von 173 Fällen (5,2 %) vor.

► Prävalenz der unerwartet erschwerten Intubation

Die unerwartet erschwerte Intubation, definiert durch mehr als einen notwendigen Intubationsversuch (Schwierigkeitsgrad der Intubation "erschwert"), kam in 23 von 175 Fällen (13,1 %) vor.

► Prävalenz der unerwartet unmöglichen Intubation

Alle Patienten dieser Studie konnten letztlich erfolgreich intubiert werden. Der Fall einer konventionell nicht möglichen Intubation trat nicht auf (0 %).

3.1.4 Demografische Variablen

► Alter

Das Alter der untersuchten Patienten lag zwischen 18 und 86 Jahren, wobei das mittlere Alter 48 Jahre betrug. Etwa zwei Drittel aller Patienten waren zwischen 31 und 65 Jahren alt (48 ± 17).

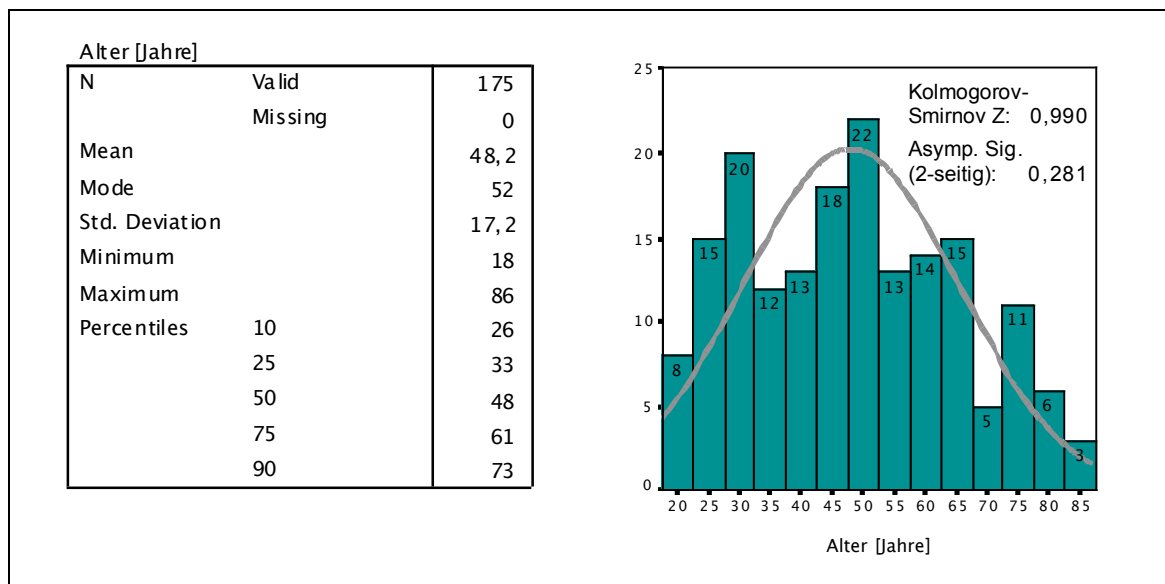


Abb. 3.1.a: Lagemaße und Histogramm Alter

► Geschlecht

96 Patienten (55 %) waren männlichen und 79 Patientinnen (45 %) weiblichen Geschlechts.

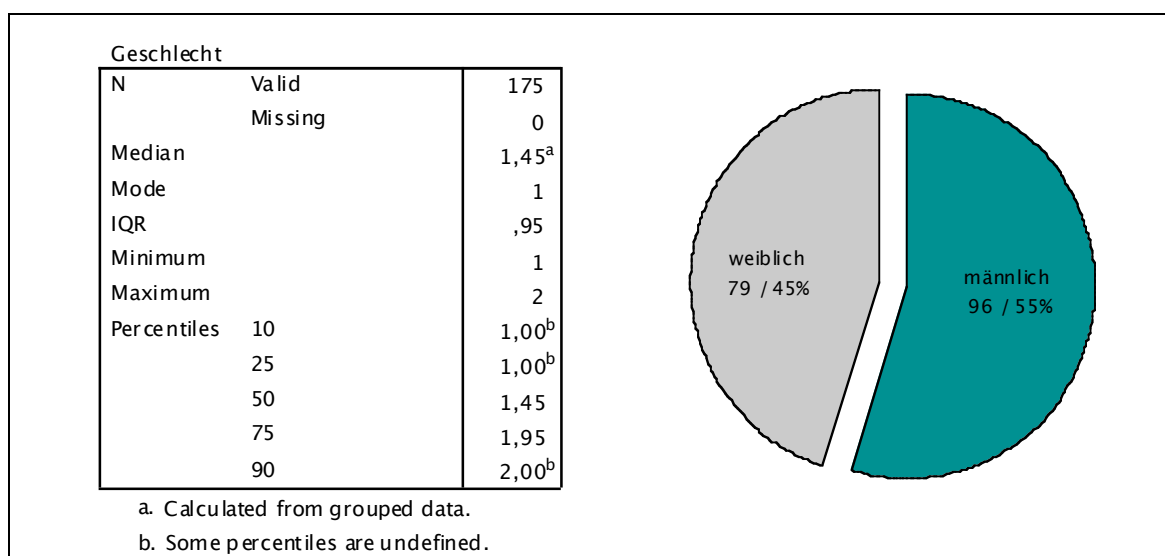


Abb. 3.1.b: Lagemaße und Diagramm Geschlecht

3.1.5 Vorhersagevariablen

► Samsoon&Young-Gruppe

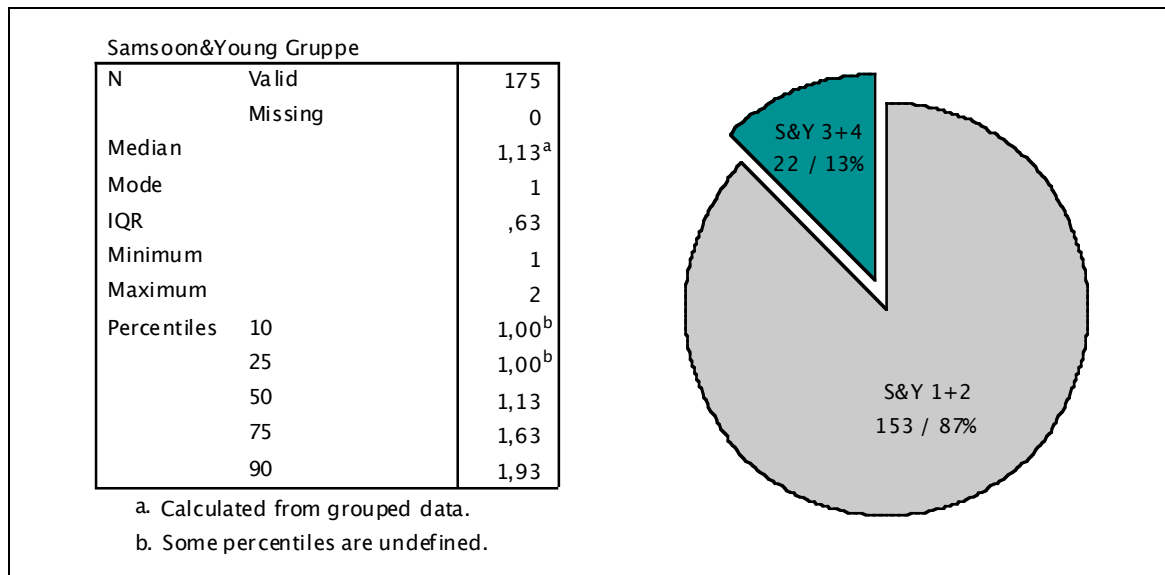


Abb. 3.1.c: Lagemaße und Diagramm Samsoon&Young-Gruppe

► Mandibulalänge

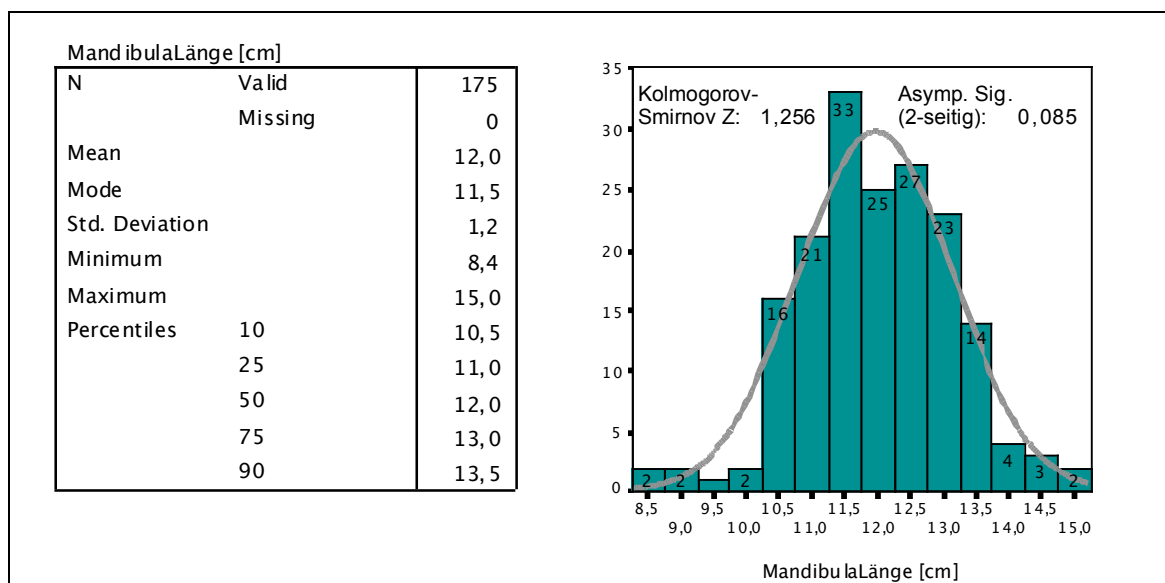


Abb. 3.1.d: Lagemaße und Histogramm Mandibulalänge

► Kinn-Kehlkopf-Distanz

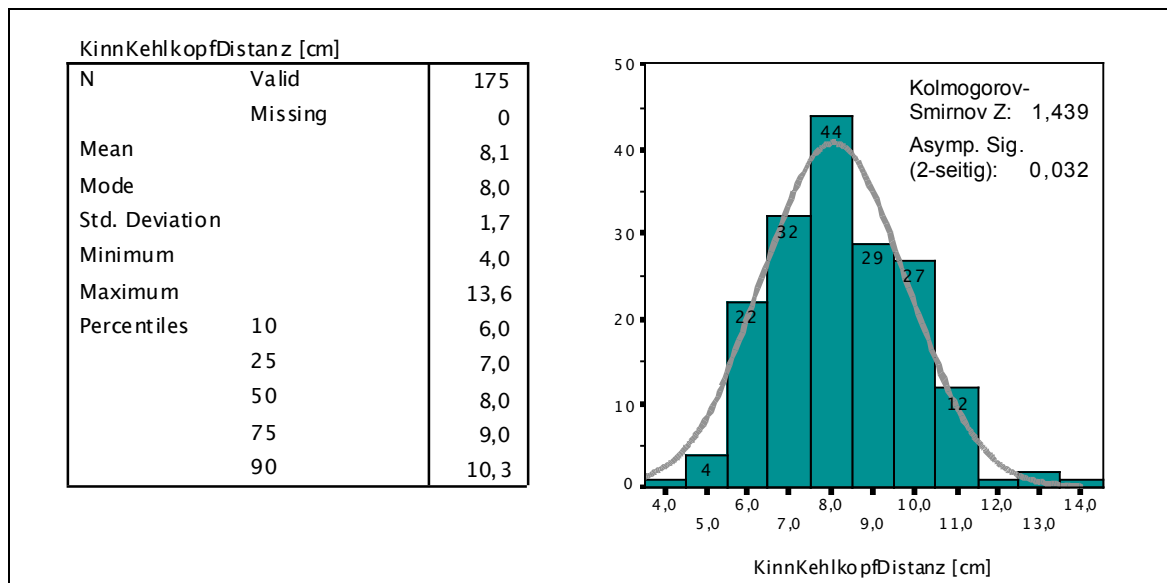


Abb. 3.1.e: Lagemaße und Histogramm KinnKehlkopfDistanz

► Zahnreihenabstand

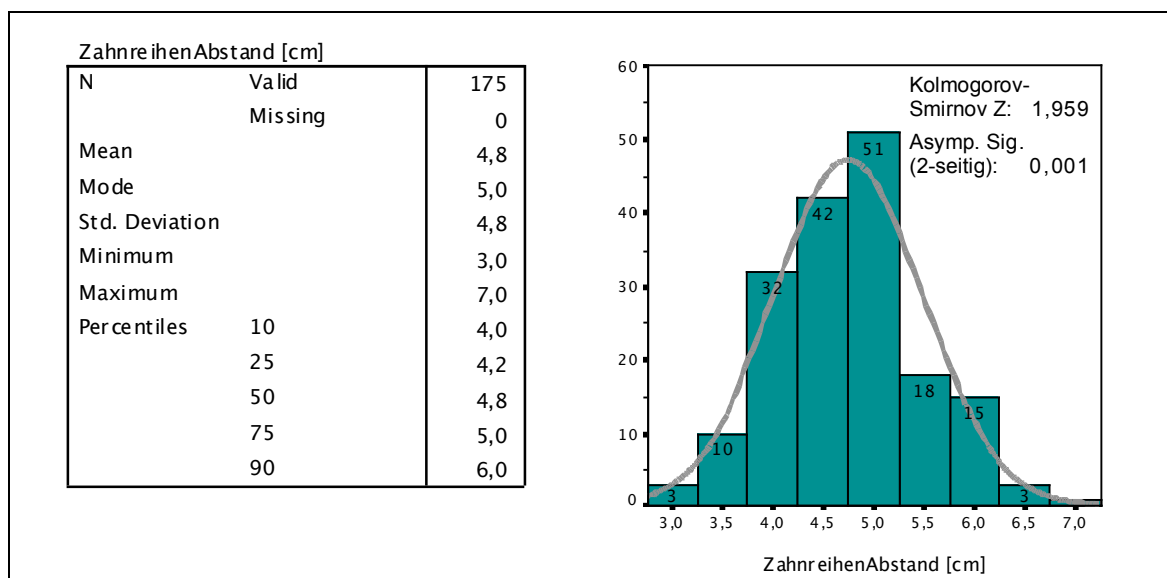


Abb. 3.1.f: Lagemaße und Histogramm ZahnreihenAbstand

3.1.6 Ergebnisvariablen

► Cormack&Lehane-Gruppe

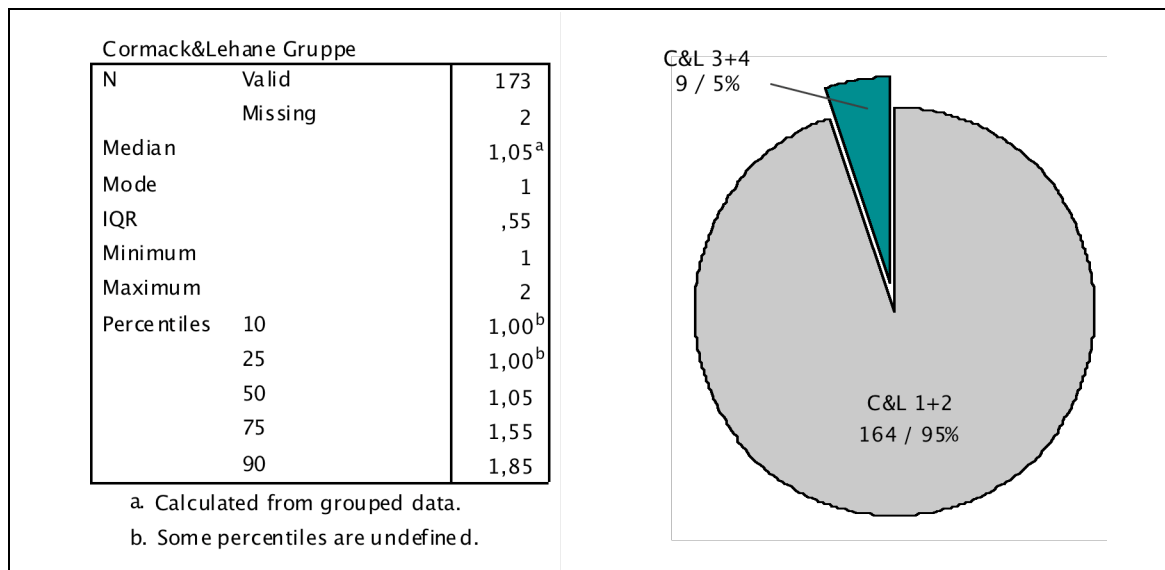


Abb. 3.1.g: Lagemaße und Diagramm Cormack&Lehane-Gruppe

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

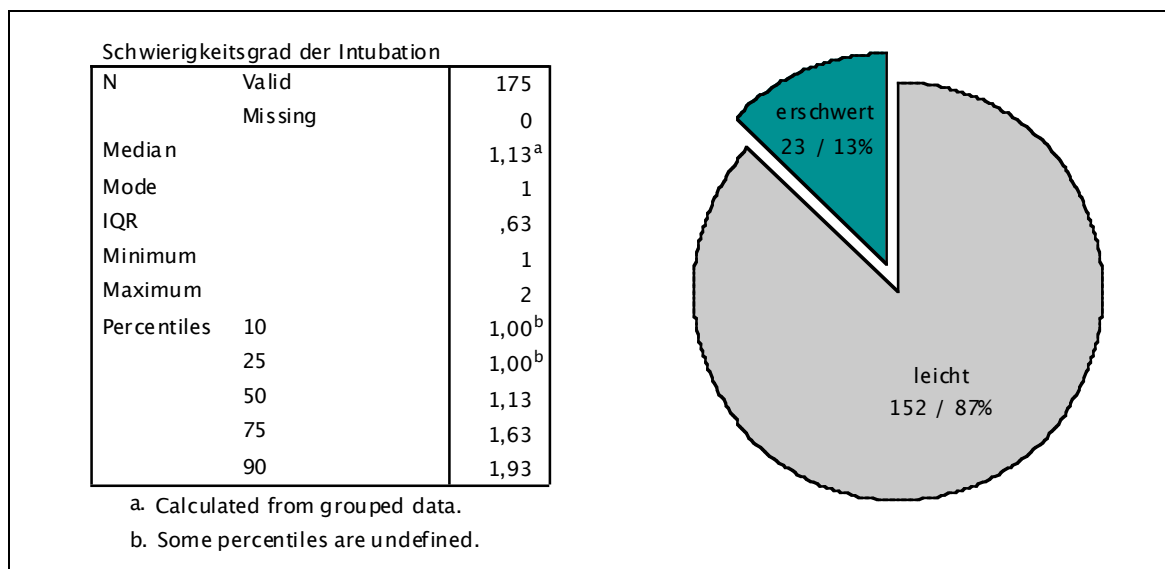


Abb. 3.1.h: Lagemaße und Diagramm Schwierigkeitsgrad der Intubation

3.1.7 Nebenaspekt-Variablen

► Qualifikationsgruppe Arzt

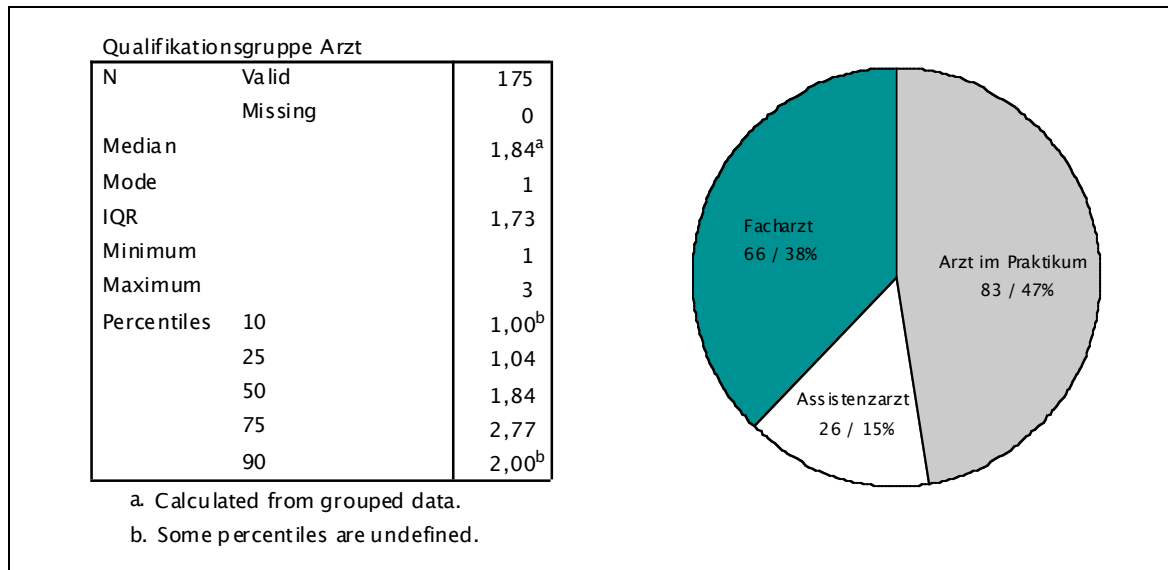


Abb. 3.1.i: Lagemaße und Diagramm Qualifikationsgruppe Arzt

► Dauer der Intubation

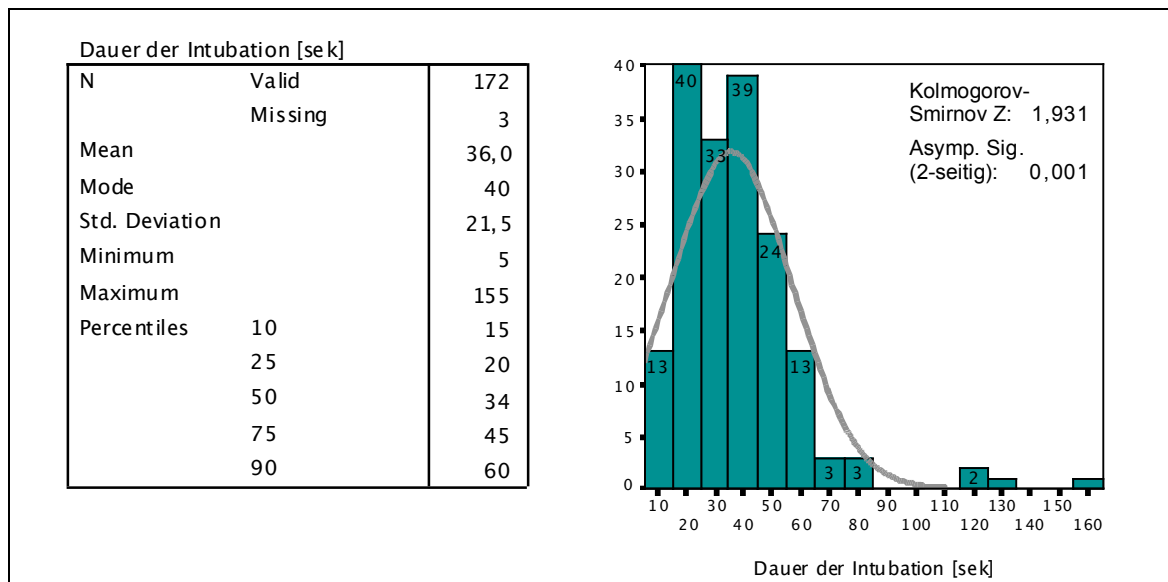


Abb. 3.1.j: Lagemaße und Histogramm Dauer der Intubation

► Subjektiver Eindruck Arzt

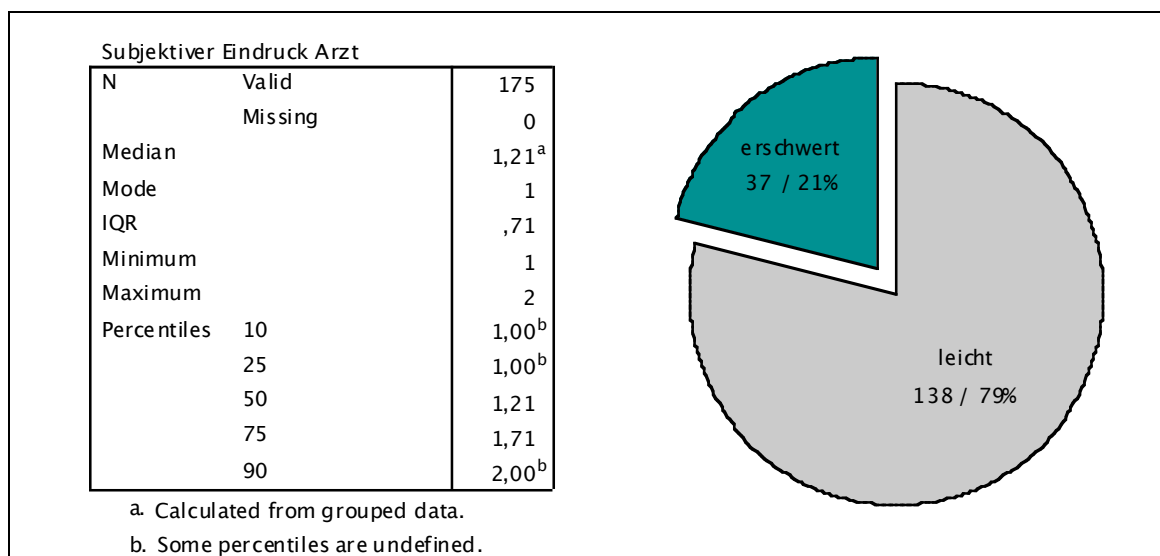


Abb. 3.1.k: Lagemaße und Diagramm Subjektiver Eindruck Arzt

3.1.8 Test auf Abweichung von der Normalverteilung

Die Überprüfung aller intervallskalierten Variablen mittels Kolmogorov-Smirnov-Test ergab für die meisten eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung. Lediglich die Parameter 'Alter' und 'Mandibulalänge' konnten hinlänglich als normalverteilt angesehen werden.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test						
		Alter [Jahre]	Mandibula Länge [cm]	Kinnkehlkopf Distanz [cm]	Zahnreihen Abstand [cm]	Dauer der Intubation [sek]
N		175	175	175	175	172
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	48,16	11,985	8,087	4,757	36,01
	Std. Deviation	17,217	1,1710	1,7120	,7391	21,508
Most Extreme Differences	Absolute	,075	,095	,109	,148	,147
	Positive	,075	,095	,109	,148	,147
	Negative	-,045	-,082	-,054	-,115	-,091
Kolmogorov-Smirnov Z		,990	1,256	1,439	1,959	1,931
Asymp. Sig. (2-tailed)		,281	,085	,032	,001	,001

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

Abb. 3.1.l: Test auf Abweichung von der Normalverteilung

3.2 Gruppenunterschiede in den Ergebnisvariablen

3.2.1 Ergebnisvariable Cormack&Lehane-Gruppe

► Samsoon&Young-Gruppe

Die Werte der Samsoon&Young-Gruppe lagen in der Cormack&Lehane-Gruppe III-IV leicht höher als in der Gruppe I-II. Dieser Unterschied war im U-Test gerade noch signifikant. Der Anteil der Patienten mit einer Samsoon&Young Klasse III-IV war in der Cormack&Lehane-Gruppe III-IV etwa dreimal so hoch wie in der Gruppe I-II.

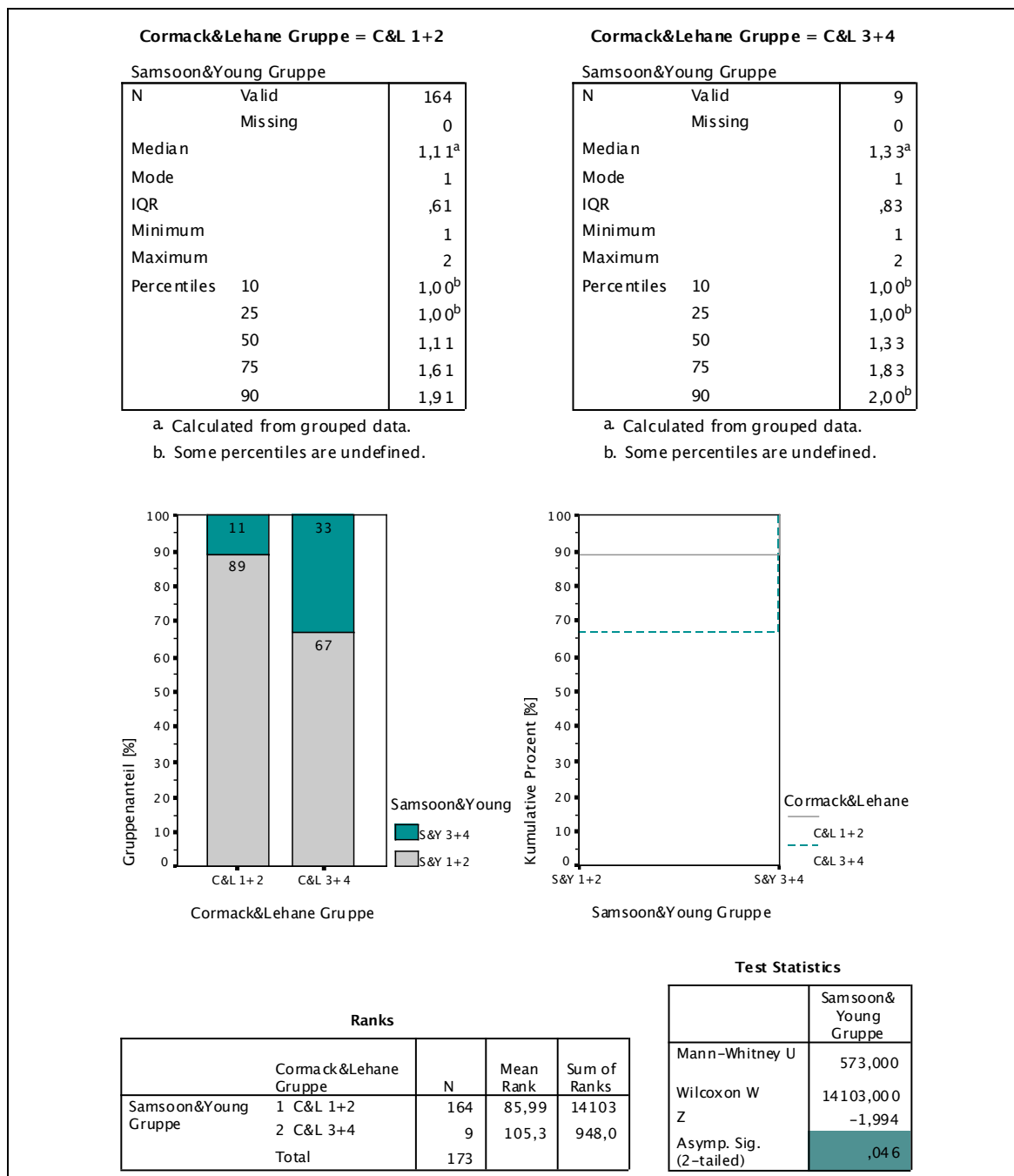


Abb. 3.2.a: C&L Gruppenunterschiede Samsoon&Young-Gruppe

► Mandibulalänge

Die Länge der Mandibula war in beiden Cormack&Lehane-Gruppen annähernd gleich (12 ± 1 cm). Es fand sich kein signifikanter Unterschied.

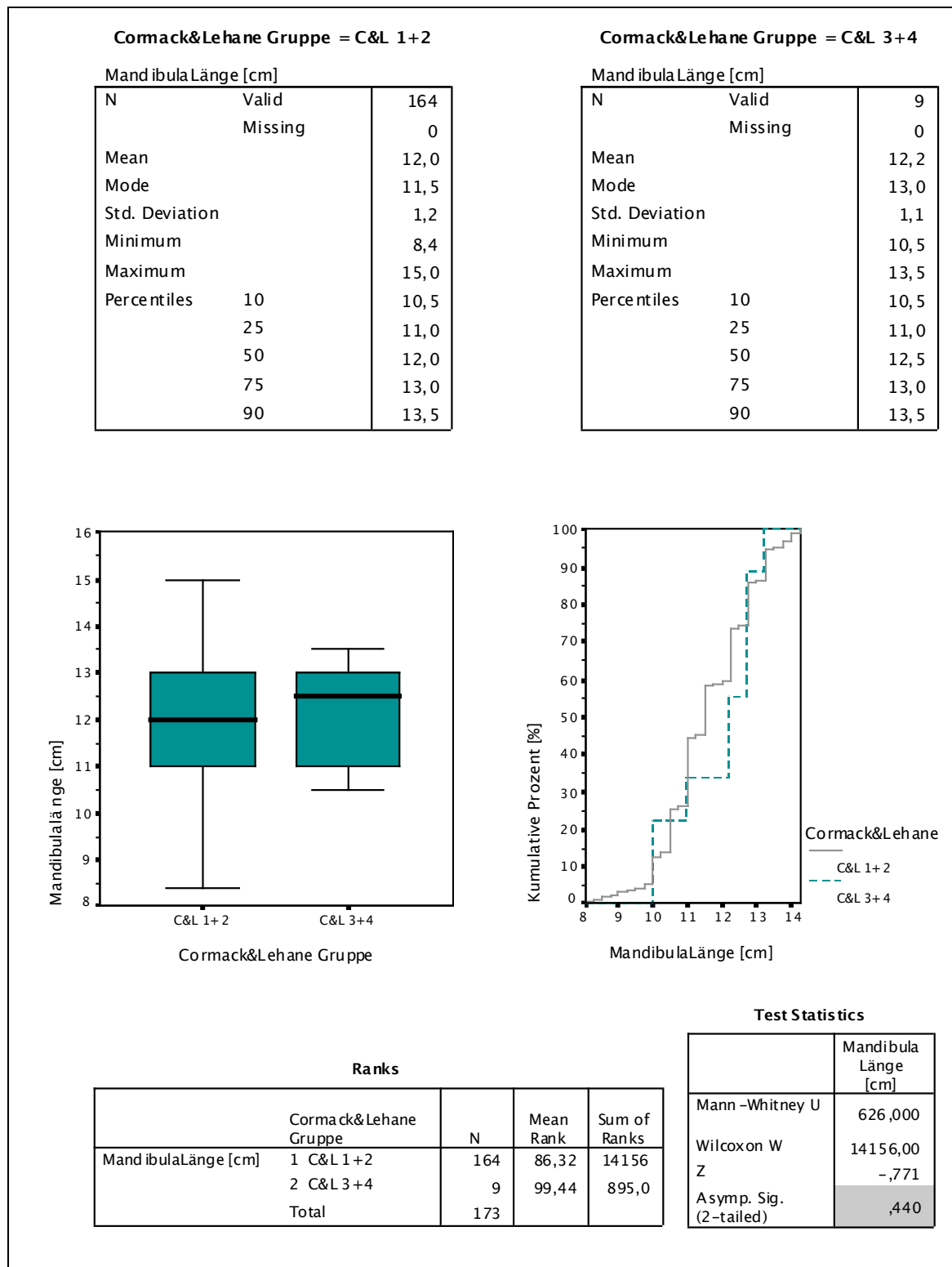


Abb. 3.2.b: C&L Gruppenunterschiede Mandibulalänge

► Kinn-Kehlkopf-Distanz

Der thyromentale Abstand ist in der Cormack&Lehane-Gruppe I-II im Mittel 1 cm größer als in der Gruppe III-IV. Auch in allen anderen Perzentilen liegt er in der Gruppe I-II höher. Dieser Effekt ist bei geringerer Kinn-Kehlkopf-Distanz (< 9 cm) besonders ausgeprägt. In der statistischen Testung fand sich jedoch kein signifikanter Unterschied.

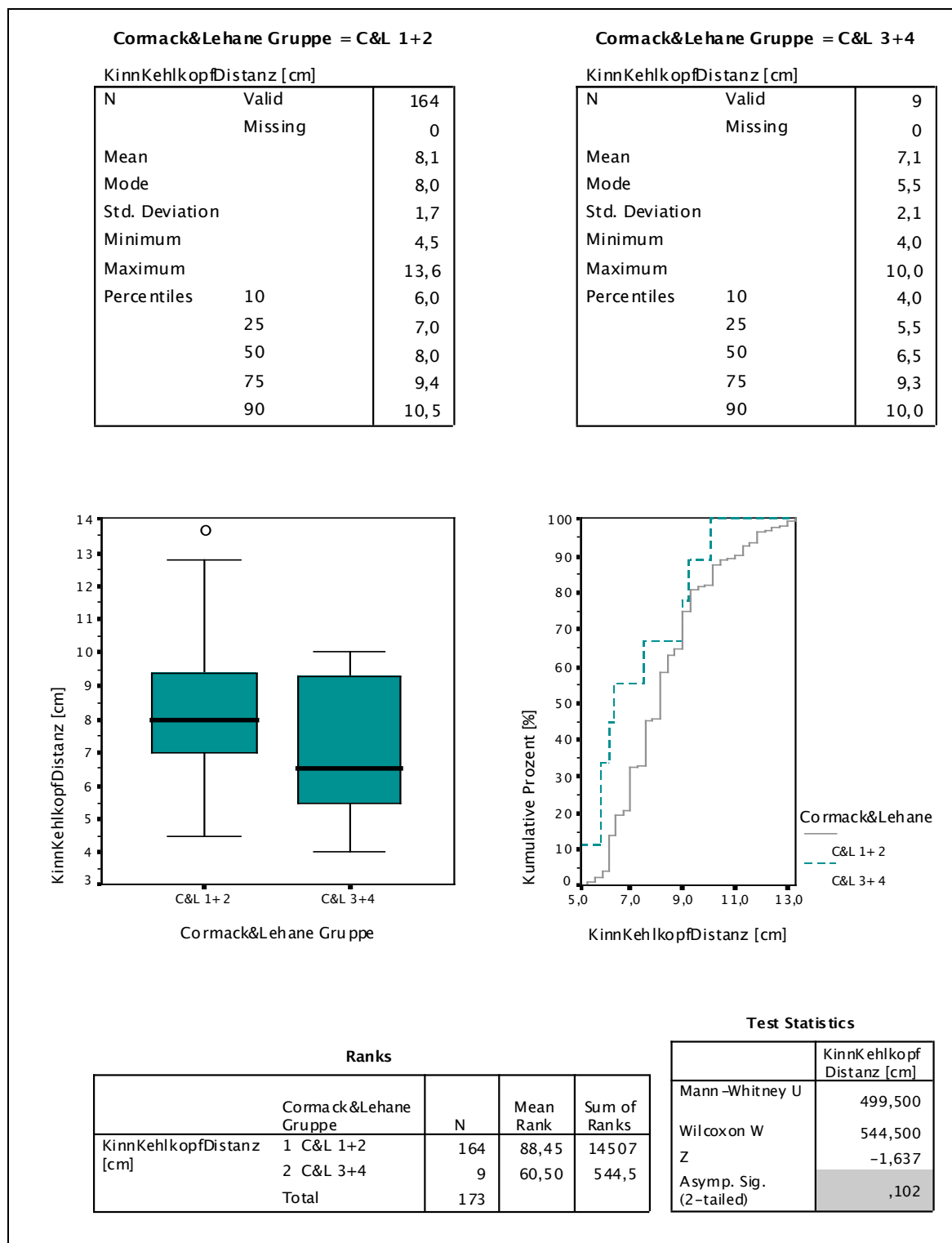


Abb. 3.2.c: C&L Gruppenunterschiede KinnKehlkopfDistanz

► Zahnreihenabstand

Der Zahnreihenabstand lag in der Cormack&Lehane-Gruppe I-II im Mittel und den unteren Perzentilen knapp 0,5 cm über der Gruppe III-IV. Insgesamt konnte im U-Test aber kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

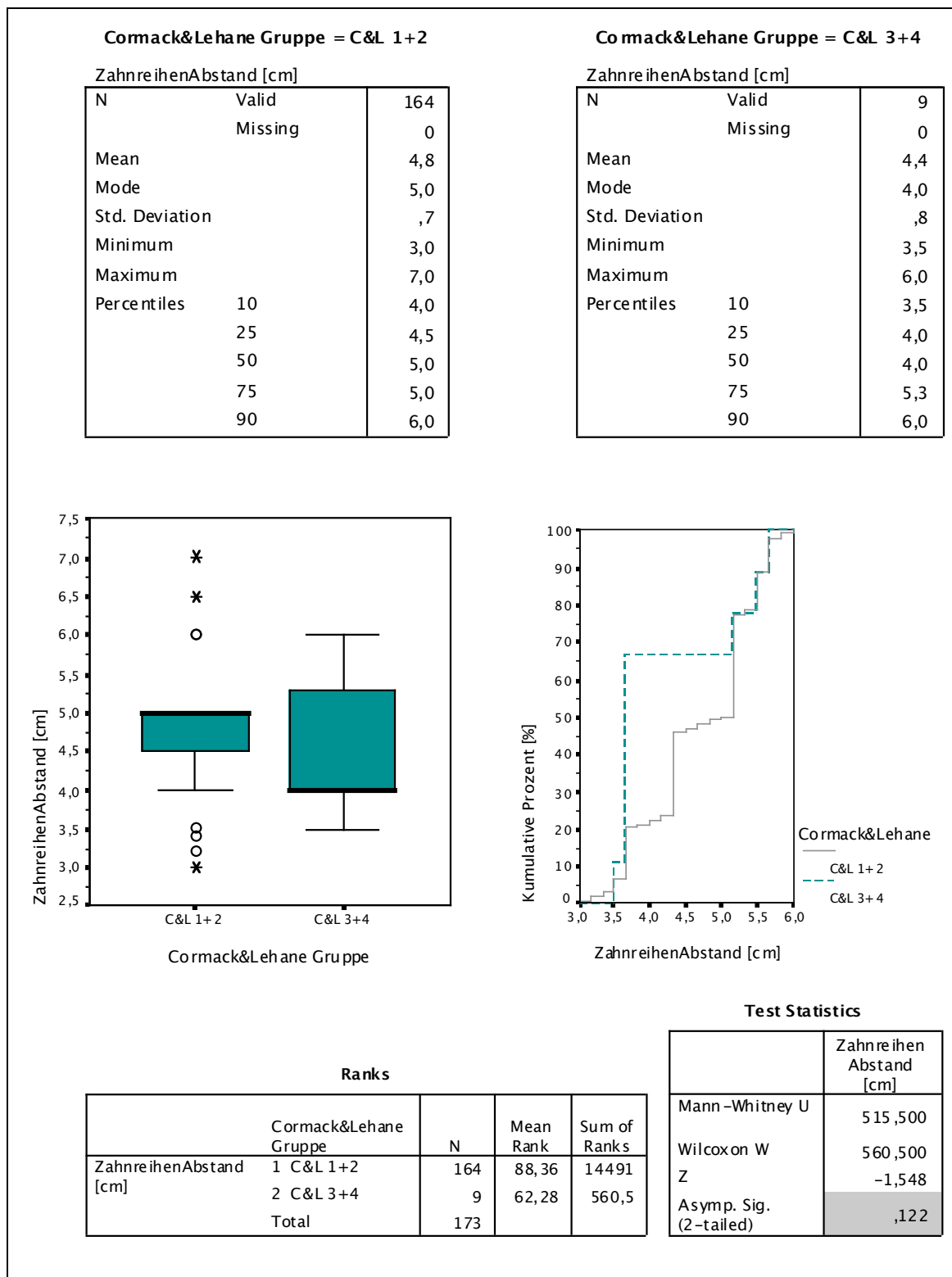


Abb. 3.2.d: C&L Gruppenunterschiede ZahnreihenAbstand

3.2.2 Ergebnisvariable Schwierigkeitsgrad der Intubation

► Samsoon&Young-Gruppe

Ohne signifikanten Unterschied hatten 87-89 % der Patienten eine S&Y-Klasse I-II.

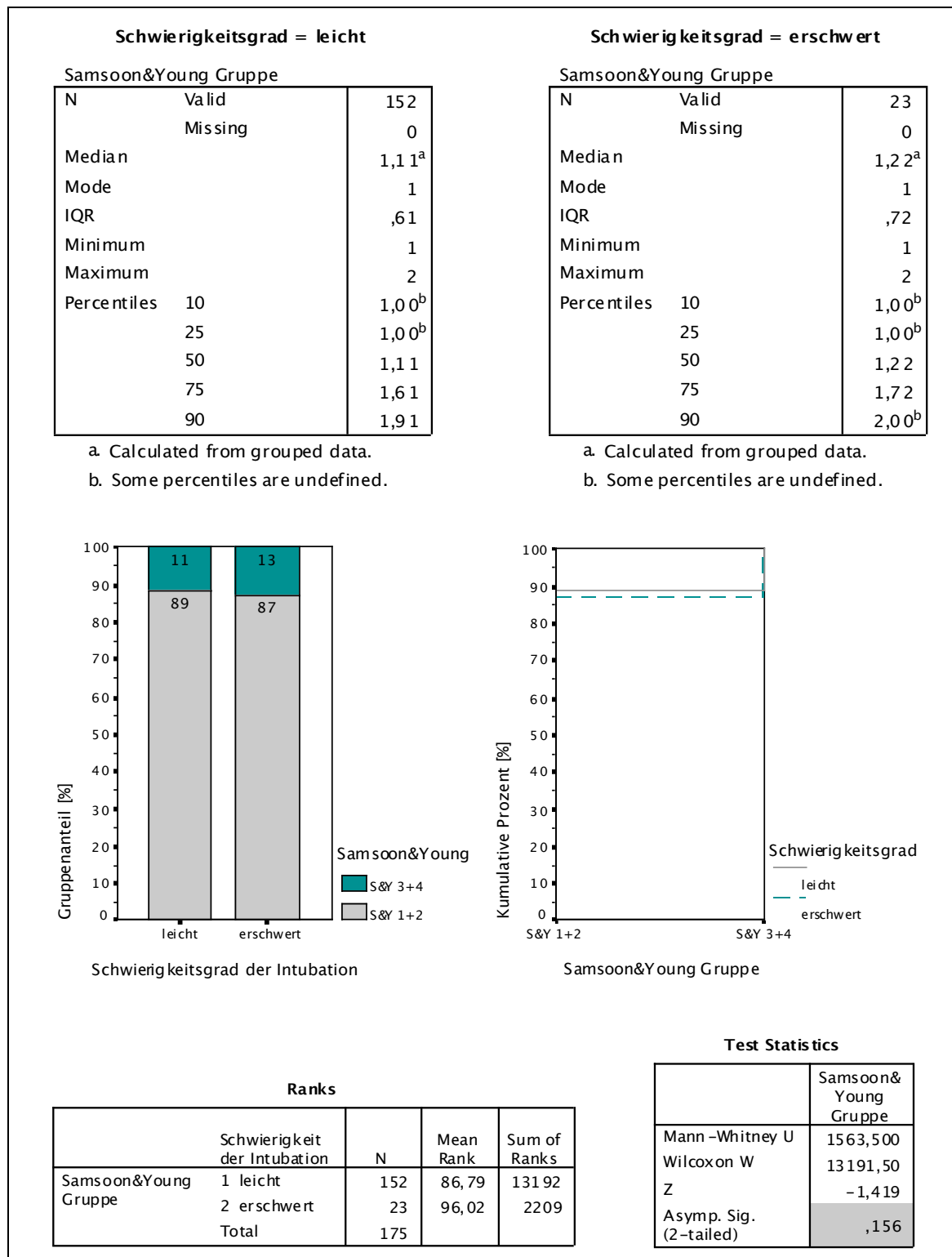


Abb. 3.2.e: SDI Gruppenunterschiede Samsoon&Young-Gruppe

► Mandibulalänge

Die Mandibulalänge war in beiden Gruppen nahezu identisch. Es gab keinen signifikanten Unterschied im Schwierigkeitsgrad der Intubation.

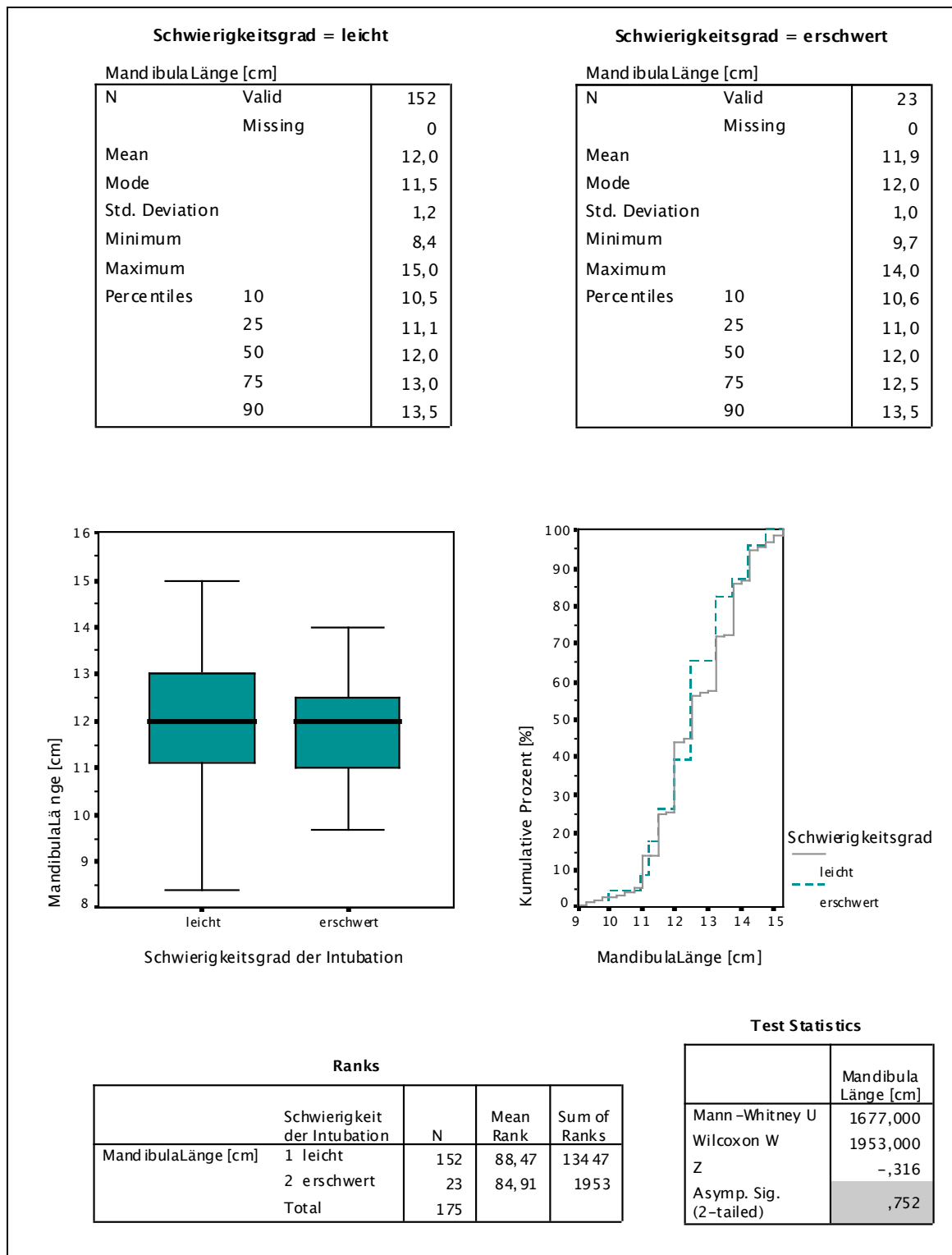


Abb. 3.2.f: SDI Gruppenunterschiede Mandibulalänge

► Kinn-Kehlkopf-Distanz

Der thyromentale Abstand war in beiden Gruppen fast gleich. Lediglich oberhalb von 9 cm waren die Werte in der SDI-Gruppe "leicht" geringfügig größer als in der Gruppe "erschwert". Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant.

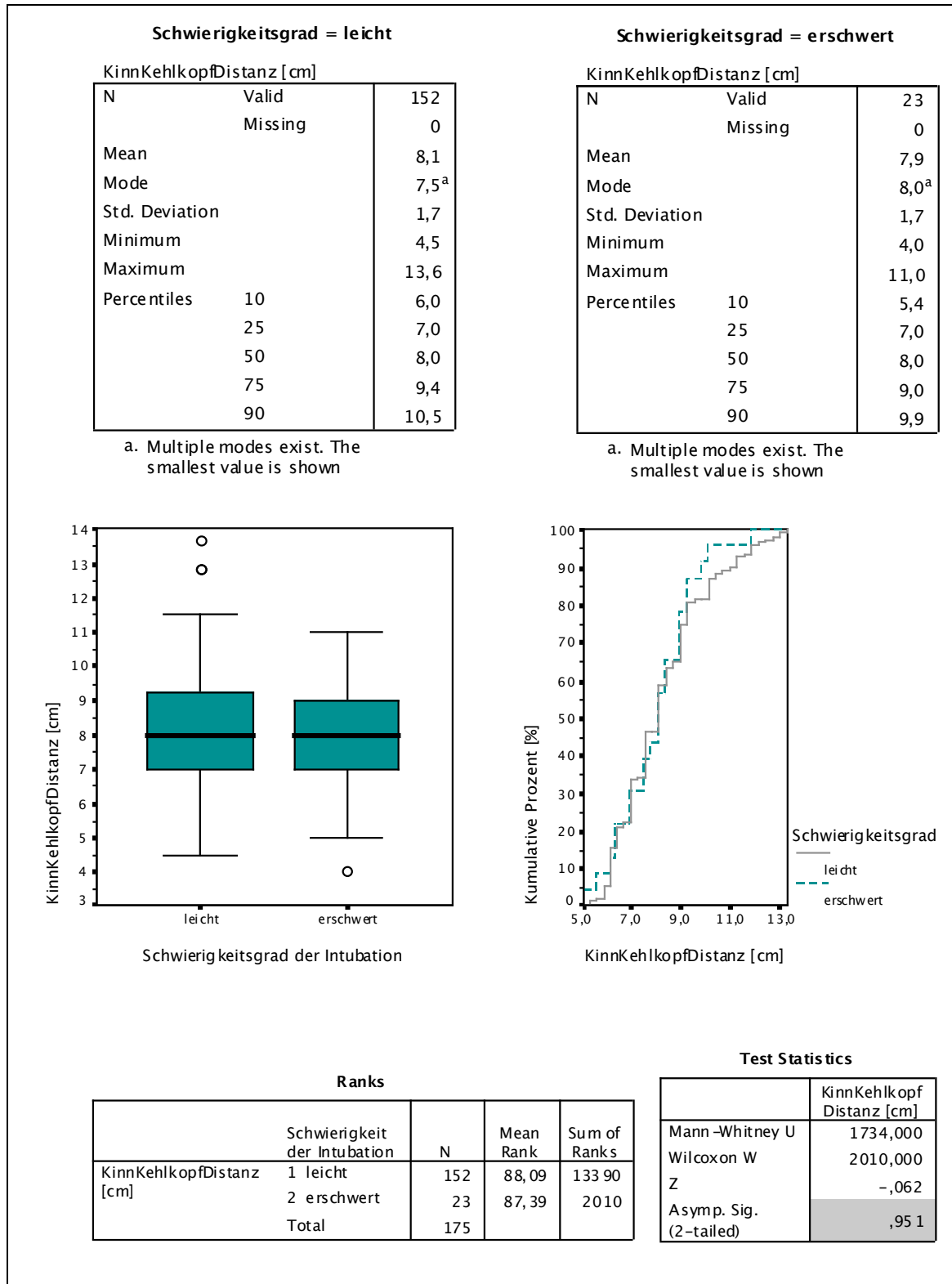


Abb. 3.2.g: SDI Gruppenunterschiede KinnKehlkopfDistanz

► Zahnreihenabstand

Der Zahnreihenabstand unterschied sich signifikant im Schwierigkeitsgrad der Intubation. In der SDI-Gruppe "leicht" lag er in weiten Bereichen ungefähr 0,5 cm über den Werten der Gruppe "erschwert".

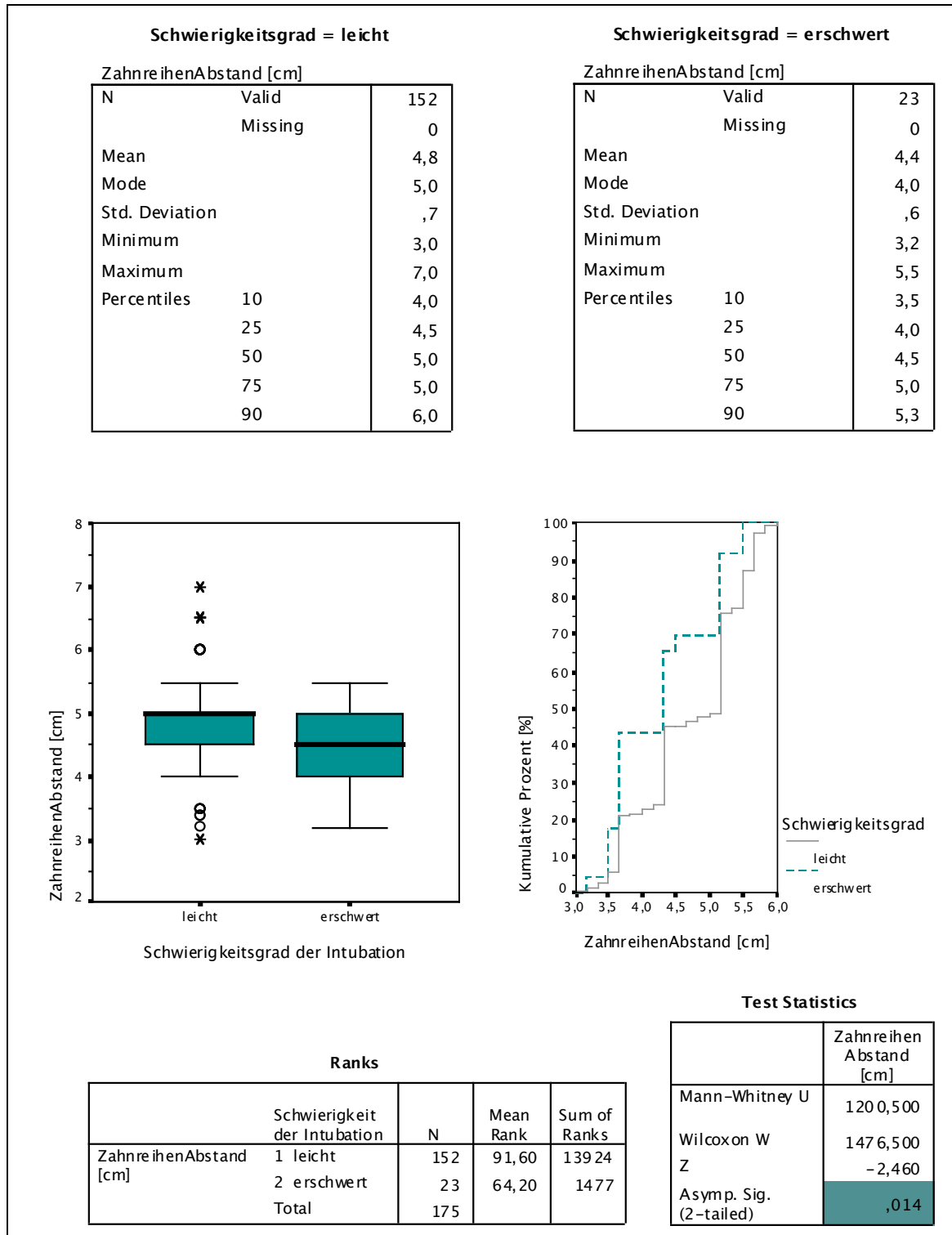


Abb. 3.2.h: SDI Gruppenunterschiede ZahnreihenAbstand

3.3 Zusammenhänge zwischen Vorhersagevariablen und Ergebnisvariablen

3.3.1 Korrelation mit der Cormack&Lehane-Gruppe

Lediglich für die Samsoon&Young-Gruppe ergab sich in der zweiseitigen Rangkorrelation nach Spearman ein signifikanter Zusammenhang mit der Cormack&Lehane-Gruppe. Der Korrelationskoeffizient betrug +0,15. Höhere Klassen der Samsoon&Young-Gruppe hatten einen geringen Zusammenhang mit erschwerten Graden in der Cormack&Lehane-Gruppe. Niedrigere Klassen korrelierten mit leichteren Graden.

Correlations			
			Cormack&Lehane Gruppe
Spearman's rho	Samsoon&Young Gruppe	Correlation Coefficient	,152
		Sig. (2-tailed)	,046
		N	173
	Mandibula Länge [cm]	Correlation Coefficient	,059
		Sig. (2-tailed)	,442
		N	173
	KinnKehlkopfDistanz [cm]	Correlation Coefficient	-,125
		Sig. (2-tailed)	,102
		N	173
	ZahnreihenAbstand [cm]	Correlation Coefficient	-,118
		Sig. (2-tailed)	,122
		N	173

Abb. 3.3.a: C&L Korrelationen der Vorhersagevariablen

3.3.2 Korrelation mit dem Schwierigkeitsgrad der Intubation

Für den Schwierigkeitsgrad der Intubation (SDI) ergab sich nur mit dem Zahnreihenabstand ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Der Korrelationskoeffizient betrug -0,19. Ein kleinerer Zahnreihenabstand korrelierte mäßig stark mit einem erhöhten Schwierigkeitsgrad der Intubation. Größere Abstände verringerten den SDI.

Correlations			Schwierigkeitsgrad der Intubation
Spearman's rho	Samsoon&Young Gruppe	Correlation Coefficient	,108
		Sig. (2-tailed)	,157
		N	175
	Mandibula Länge [cm]	Correlation Coefficient	-,024
		Sig. (2-tailed)	,753
		N	175
	KinnKehlkopfDistanz [cm]	Correlation Coefficient	-,005
		Sig. (2-tailed)	,951
		N	175
	ZahnreihenAbstand [cm]	Correlation Coefficient	-,186
		Sig. (2-tailed)	,013
		N	175

Abb. 3.3.b: SDI Korrelationen der Vorhersagevariablen

3.4 Vorhersage der Ergebnisvariablen

3.4.1 Regression der Cormack&Lehane-Gruppe

Als einzige Variable für die Vorhersage der Cormack&Lehane-Gruppe konnte die Samsoon&Young-Gruppe ermittelt werden. Der -2LL (negative doppelte Wert des Logarithmus der Likelihood-Funktion), als Maß der Anpassungsgüte des Regressionsmodells, konnte um 2,96 auf 67,77 gesenkt werden. Diese Verbesserung war jedoch nicht signifikant (0,85). Der Anteil der durch die Regression erklärten Varianz betrug dabei nach Nagelkerke 5,1 %.

Die Einteilung, der nach dem Modell berechneten Werte ergab 33,3 % richtig positive und 89,0 % richtig negative Fälle. Dieses entsprach methodisch bedingt den real beobachteten Werten für Sensitivität und Spezifität der Samsoon&Young Klasse III-IV in Bezug auf den Cormack&Lehane Grad III-IV.

Für eine schwierige Laryngoskopie (Cormack&Lehane Grad III-IV) ergab sich in der Samsoon&Young Klasse I-II eine Wahrscheinlichkeit von 4,0 % und in der Klasse III-IV eine Wahrscheinlichkeit von 14,3 %. Der Regressionskoeffizient für die Samsoon&Young-Gruppe war dabei aber statistisch nicht signifikant (0,62).

Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	173	98,9
	Missing Cases	2	1,1
	Total	175	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		175	100,0

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
1 C&L 1+2	0
2 C&L 3+4	1

Block 0: Beginning Block

Classification Table a,b

Observed			Predicted		
			Cormack&Lehane Gruppe		Percentage Correct
			C&L 1+2	C&L 3+4	
Step 0	Cormack&Lehane Gruppe	C&L 1+2	0	164	,0
		C&L 3+4	0	9	100,0
Overall Percentage					5,2

a) Constant is included in the model.

b) The cutvalue is 0,05 (9 of 173)

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	-2,903	,342	71,883	1	,000	,055

Variables not in the Equation

	Score	df	Sig.
Step 0 Variables	SY2	3,999	1
	MANDLANG	0,387	1
	KKDIST	3,414	1
	ZRABST	1,854	1
Overall Statistics	7,701	4	,103

Abb. 3.4.a: Binäre logistische Regressionsanalyse C&L – Beginning Block

Omnibus Tests of Model Coefficients					Model Summary			
		Chi-square	df	Sig.	Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
Step 1	Step	2,962	1	,085	1	67,770	,017	,051
	Block	2,962	1	,085				
	Model	2,962	1	,085				

Classification Table ^a					
Observed			Predicted		
			Cormack&Lehane Gruppe		Percentage Correct
			C&L 1+2	C&L 3+4	
Step 1	Cormack&Lehane Gruppe	C&L 1+2	146	18	89,0
		C&L 3+4	6	3	33,3
	Overall Percentage				86,1

a) The cut value is 0,05 (9 of 173)

Variables in the Equation						
		B	S.E.	Wald	df	Sig.
Step 1 ^a	SY2	1,400	,750	3,485	1	,062
	Constant	-4,592	1,041	19,471	1	,000

a) Variable(s) entered on step 1: SY2.

Variables not in the Equation					
			Score	df	Sig.
Step 1	Variables	MANDLANG	,095	1	,758
		KKDIST	2,696	1	,101
		ZRABST	1,294	1	,255
	Overall Statistics		3,838	3	,279

Step Summary ^{a,b}								
Step	Improvement			Model			Correct Class %	Variable
	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.		
1	2,962	1	,085	2,962	1	,085	86,1%	IN: SY2

a) No more variables can be deleted from or added to the current model.
b) End block: 1

Abb. 3.4.b: Binäre logistische Regressionsanalyse C&L – Block 1: Method=Fwd.Stepwise (LR)

3.4.2 Regression des Schwierigkeitsgrads der Intubation

Für die Vorhersage des Schwierigkeitsgrads der Intubation konnte als einzige Vorhersagevariable der Zahnreihenabstand ermittelt werden. Der -2LL (negative doppelte Wert des Logarithmus der Likelihood-Funktion) konnte hoch signifikant um 7,22 auf 128,97 verbessert werden. Der Anteil der durch die Regression erklärten Varianz betrug dabei nach Nagelkerke 7,5 %.

Die Einteilung, der nach dem Modell berechneten Werte ergab 69,6 % richtig positive und 54,6 % richtig negative Fälle. Für eine erschwerte Intubation ergaben sich Wahrscheinlichkeiten von 1,8 % bei 7 cm Zahnreihenabstand bis hin zu 37,8 % bei einem Abstand von 3 cm. Der Regressionskoeffizient war im Gegensatz zur Konstanten statistisch signifikant (0,01).

Case Processing Summary

Unweighted Cases		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	175	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	175	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		175	100,0

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
1 leicht	0
2 erschwert	1

Block 0: Beginning Block

Classification Table ^{a,b}

Observed			Predicted		
			Schwierigkeitsgrad der Intubation		Percentage Correct
			leicht	erschwert	
Step 0	Schwierigkeitsgrad der Intubation	leicht	0	152	,0
		erschwert	0	23	100,0
Overall Percentage					13,1

a) Constant is included in the model.

b) The cutvalue is 0,13 (23 of 175)

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	-1,888	,224	71,239	1	,000	,151

Variables not in the Equation

	Score	df	Sig.
Step 0 Variables	SY2	2,025	1
	MANDLANG	,068	1
	KKDIST	,222	1
	ZRABST	6,818	1
Overall Statistics	7,905	4	,095

Abb. 3.4.c: Binäre logistische Regressionsanalyse SDI – Beginning Block

Omnibus Tests of Model Coefficients

	Chi-square	df	Sig.
Step 1	7,216	1	,007
Block	7,216	1	,007
Model	7,216	1	,007

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	128,967	,040	,075

Classification Table ^a

Observed			Predicted		
			Schwierigkeitsgrad der Intubation		Percentage Correct
			leicht	erschwert	
Step 1	Schwierigkeitsgrad der Intubation	leicht	83	69	54,6
		erschwert	7	16	69,6
Overall Percentage					56,6

a) The cut value is 0,13 (23 of 175)

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a ZRABST	-,873	,342	6,537	1	,011	,418
Constant	2,121	1,535	1,911	1	,167	8,343

a) Variable(s) entered on step 1: ZRABST.

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 1	Variables	SY2	,930	1	,335
		MANDLANG	,198	1	,656
		KKDIST	,035	1	,851
	Overall Statistics		,971	3	,808

Step Summary ^{a,b}

Step	Improvement			Model			Correct Class %	Variable
	Chi-square	df	Sig.	Chi-square	df	Sig.		
1	7,216	1	,007	7,216	1	,007	56,6%	IN: ZRABST

a) No more variables can be deleted from or added to the current model.

b) End block: 1

Abb. 3.4.d: Binäre logistische Regressionsanalyse SDI – Block 1: Method=Fwd.Stepwise (LR)

3.5 Diagnostischer Wert konkreter Prädiktoren

3.5.1 Diagnostischer Wert für die Cormack&Lehane-Gruppe

Die Sensitivität zur Diagnostik der schwierigen Intubation (Cormack&Lehane-Gruppe III-IV) betrug knapp 67 % für einen Zahnreihenabstand kleiner gleich 4 cm, knapp 56 % für eine Kinn-Kehlkopf-Distanz kleiner gleich 6,5 cm und gut 33 % für eine Samsoon&Young-Gruppe III-IV. Die Sensitivität für eine Mandibulalänge kleiner gleich 9 cm betrug 0 %, da die Anzahl der Fälle hierfür Null war.

Die Spezifität, als korrekte Erfassung der Cormack&Lehane-Gruppe I-II, betrug gut 79 % für einen Zahnreihenabstand größer 4 cm, fast 81 % für eine Kinn-Kehlkopf-Distanz größer 6,5 cm und 89 % für eine Samsoon&Young-Gruppe I-II. Die Spezifität der Mandibulalänge über 9 cm betrug knapp 98 %.

Als Maß für die Vorhersagekraft der jeweiligen Vergleichsvariablen wurde die größte Fläche unter der ROC-Kurve (Area) mit 0,73 (95 %-Konfidenzintervall 0,55–0,91) beim Zahnreihenabstand kleiner 4 cm ermittelt. Dieser Wert war mit 0,02 signifikant. Bei der Kinn-Kehlkopf-Distanz kleiner 6,5 cm lag die Fläche bei 0,68 (0,48–0,88), war aber mit 0,07 nicht mehr signifikant. Auch bei den übrigen Vergleichsvariablen waren die Flächen nicht signifikant von 0,5 verschieden. Während bei der Samsoon&Young-Gruppe mit einer Fläche von 0,61 (0,40–0,82) noch eine Tendenz zu ermitteln war, gab es für die Mandibulalänge keine Vorhersagekraft in Richtung Cormack&Lehane-Gruppe (Area 0,49).

► Sensitivität und Spezifität

		Cormack&Lehane Gruppe			
		1 C&L 1+2		2 C&L 3+4	
		Count	Col %	Count	Col %
Samsoon&Young Gruppe	1 S&Y 1+2	146	89,0% ^a	6	66,7%
	2 S&Y 3+4	18	11,0%	3	33,3% ^b
Mandibulalänge <> 9cm	1 > 9cm	160	97,6% ^a	9	100,0%
	2 <= 9cm	4	2,4%	0	0,0% ^b
Kinnkehlkopfdistanz <> 6,5cm	1 > 6,5cm	132	80,5% ^a	4	44,4%
	2 <= 6,5cm	32	19,5%	5	55,6% ^b
Zahnreihenabstand <> 4cm	1 > 4cm	130	79,3% ^a	3	33,3%
	2 <= 4cm	34	20,7%	6	66,7% ^b

a. Spezifität
b. Sensitivität

Abb. 3.5.a: Sensitivität und Spezifität für die Vorhersage der C&L Gruppe III-IV

► Flächen unter der ROC-Kurve

Case Processing Summary		Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state. a. The positive actual state is 2 C&L 3+4. b. The test result variable(s): Samsoon&Young Gruppe has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.			
Cormack&Lehane Gruppe ^b	Valid N (listwise)				
Positive ^a	9				
Negative	164				
Missing	2				

Area Under the Curve					
Test Result Variable(s)	Area	Std. Error ^a	Asympt. Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Samsoon&Young Gruppe	,612	,107	,259	,401	,822
Mandibulalänge <> 9cm	,488	,097	,902	,298	,678
Kinnkehlkopfdistanz <> 6,5cm	,680	,101	,069	,483	,877
Zahnreihenabstand <> 4cm	,730	,094	,020	,546	,913

The test result variable(s): Samsoon&Young Gruppe, Mandibulalänge <> 9cm, Kinnkehlkopfdistanz <> 6,5cm, Zahnreihenabstand <> 4cm has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

a. Under the nonparametric assumption
b. Null hypothesis: true area = 0.5

Abb. 3.5.b: Flächen unter der ROC-Kurve für die Vorhersage der C&L Gruppe III-IV

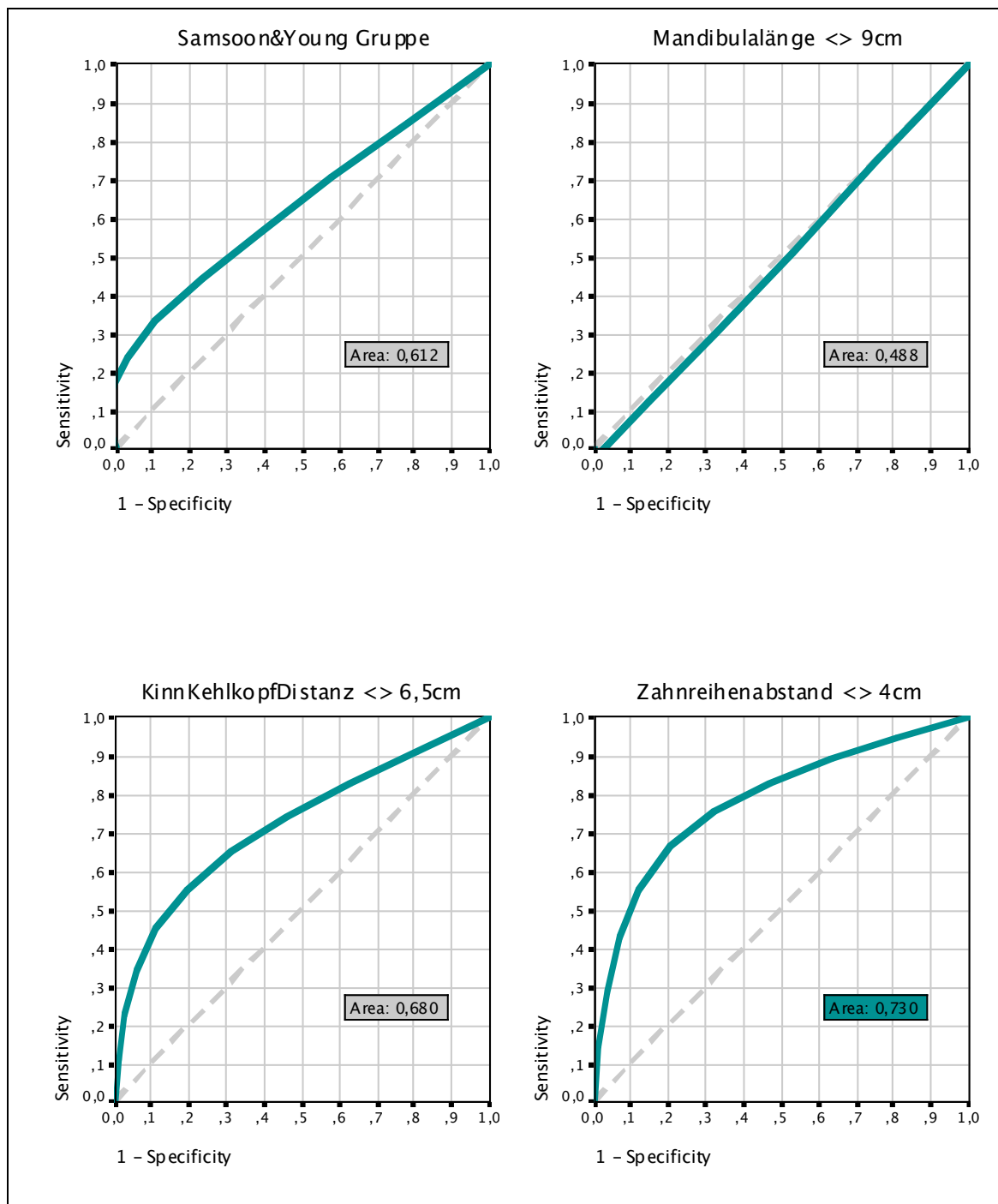


Abb. 3.5.c: ROC-Kurven für die Vorhersage der C&L Gruppe III-IV

3.5.2 Diagnostischer Wert für den Schwierigkeitsgrad der Intubation

Die Sensitivität zur Diagnostik der erschwerten Intubation (SDI "erschwert") betrug knapp 44 % für einen Zahnreihenabstand kleiner gleich 4 cm, und jeweils knapp 22 % für eine Kinn-Kehlkopf-Distanz kleiner gleich 6,5 cm und eine Samsoon&Young-Gruppe III-IV. Die Sensitivität für eine Mandibulalänge kleiner gleich 9 cm betrug auch hier 0 %, da diese Fälle ebenfalls nicht vorkamen.

Die Spezifität, als korrekte Erfassung der leichten Intubation (SDI "leicht"), betrug jeweils knapp 79 % für einen Zahnreihenabstand größer 4 cm und eine Kinn-Kehlkopf-Distanz größer 6,5 cm, sowie fast 89 % für eine Samsoon&Young-Gruppe I-II. Die Spezifität der Mandibulalänge über 9 cm betrug gut 97 %.

Als Maß für die Vorhersagekraft wurde die größte Fläche unter der ROC-Kurve (Area) mit 0,61 (95 %-Konfidenzintervall 0,48–0,74) ebenfalls beim Zahnreihenabstand kleiner 4 cm ermittelt, dieser Wert war mit 0,08 allerdings nicht mehr auf dem vorgesehenen Niveau signifikant. Die Area-Werte der übrigen Vergleichsvariablen waren weder signifikant, noch nennenswert von 0,5 abweichend. Allenfalls in der Samsoon&Young-Gruppe III-IV gab es bei einer Fläche von 0,55 (0,42–0,69) noch geringe Anzeichen der Vorhersagekraft für eine erschwerte Intubation.

► Sensitivität und Spezifität

		Schwierigkeitsgrad der Intubation			
		1 leicht		2 erschwert	
		Count	Col %	Count	Col %
Samsoon&Young Gruppe	1 S&Y 1+2	135	88,8% ^a	18	78,3%
	2 S&Y 3+4	17	11,2%	5	21,7% ^b
Mandibulalänge <> 9cm	1 > 9cm	148	97,4% ^a	23	100,0%
	2 <= 9cm	4	2,6%	0	0,0% ^b
Kinnkehlkopfdistanz <> 6,5cm	1 > 6,5cm	120	78,9% ^a	18	78,3%
	2 <= 6,5cm	32	21,1%	5	21,7% ^b
Zahnreihenabstand <> 4cm	1 > 4cm	120	78,9% ^a	13	56,5%
	2 <= 4cm	32	21,1%	10	43,5% ^b

a. Spezifität
b. Sensitivität

Abb. 3.5.d: Sensitivität und Spezifität für die Vorhersage des SDI erschwert

► Flächen unter der ROC-Kurve

Case Processing Summary					
Schwierigkeitsgrad der Intubation	Valid N (listwise)				
Positive ^a	23				
Negative	152				

Larger values of the test result variable(s) indicate stronger evidence for a positive actual state.
a. The positive actual state is 2 erschwert.

Area Under the Curve					
Test Result Variable(s)	Area	Std. Error ^a	Asympt. Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Samsoon&Young Gruppe	,553	,068	,415	,420	,685
Mandibulalänge <> 9cm	,487	,064	,839	,362	,611
Kinnkehlpkopfdistanz <> 6,5cm	,503	,065	,958	,376	,631
Zahnreihenabstand <> 4cm	,612	,067	,083	,481	,743

The test result variable(s): Samsoon&Young Gruppe, Mandibulalänge <> 9cm, Kinnkehlpkopfdistanz <> 6,5cm, Zahnreihenabstand <> 4cm has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.
a. Under the nonparametric assumption
b. Null hypothesis: true area = 0.5

Abb. 3.5.e: Flächen unter der ROC-Kurve für die Vorhersage des SDI erschwert

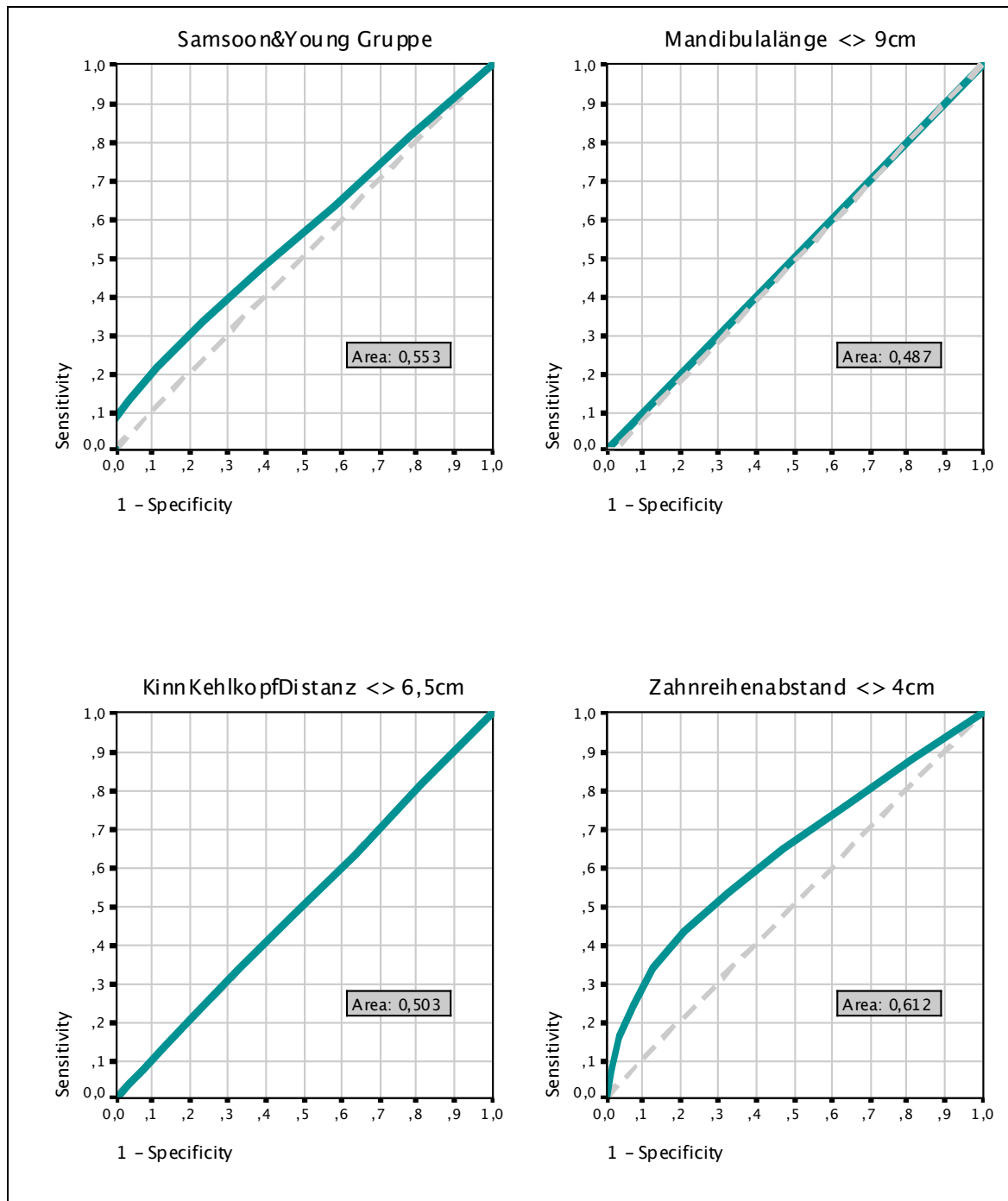


Abb. 3.5.f: ROC-Kurven für die Vorhersage des SDI erschwert

3.6 Vergleich der Ergebnisvariablen miteinander

Beide Ergebnisvariablen lagen in ihren Werten um knapp 10 % auseinander. Der Schwierigkeitsgrad der Intubation war mit 13 % häufiger erhöht als die Einstufung der laryngoskopischen Sicht in erschwerte Verhältnisse (5 %). Es kam also öfter zu der Notwendigkeit mehrerer Intubationsversuche, als es eine erschwerte laryngoskopische Sicht erklären konnte.

Wenn die Sicht allerdings eingeschränkt war, kam es in jedem dritten Fall (33 %) zu mehreren Intubationsversuchen. Bei guter Sicht betraf dies nur etwa jeden zehnten Patienten (12 %).

Nur ein relativ kleiner Teil (14 %) der erschwerten Intubationen hatte auch eine schlechte Sicht. In der Gruppe der leicht zu intubierenden Patienten war eine erschwerte laryngoskopische Sicht mit 4 % eine absolute Ausnahme.

Ein statistisch signifikanter Unterschied in der Aufteilung der Gruppen untereinander konnte jedoch gerade nicht mehr gefunden werden (Sig. 0,057). Auch für einen Zusammenhang in der Korrelation (Korr. 0,15) wurde das festgelegte Signifikanzniveau nicht ganz erreicht (Sig. 0,057). Lediglich in der einseitigen Korrelation konnte ein geringer positiver Zusammenhang festgestellt werden (Korr. 0,15 bei Sig. 0,03).

3.6.1 Kreuztabelle und Diagramme

Tab. 3.6.a: Kreuztabelle beider Ergebnisvariablen

		Cormack&Lehane Gruppe						Total	
		1 C&L 1+2			2 C&L 3+4			Count	Col %
		Count	Row %	Col %	Count	Row %	Col %		
Schwierigkeitsgrad der Intubation	1 leicht	145	96,0%	88,4%	6	4,0%	66,7%	151	87,3%
	2 erschwert	19	86,4%	11,6%	3	13,6%	33,3%	22	12,7%
Total		164	94,8%	100%	9	5,2%	100%	173	100%

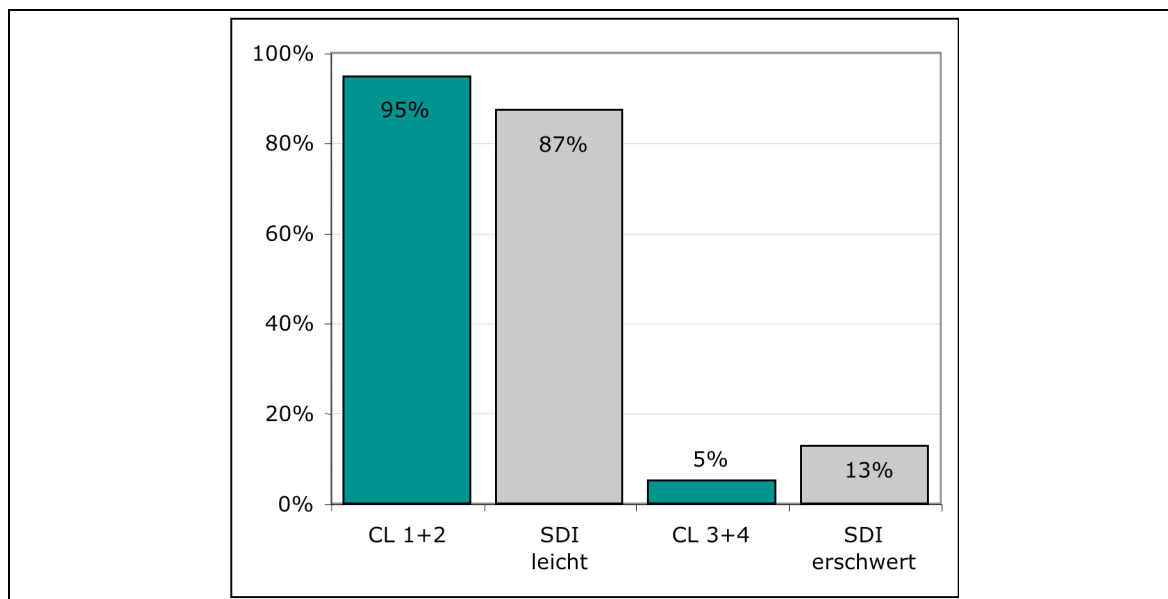


Abb. 3.6.a: Prozentuale Häufigkeiten beider Ergebnisvariablen

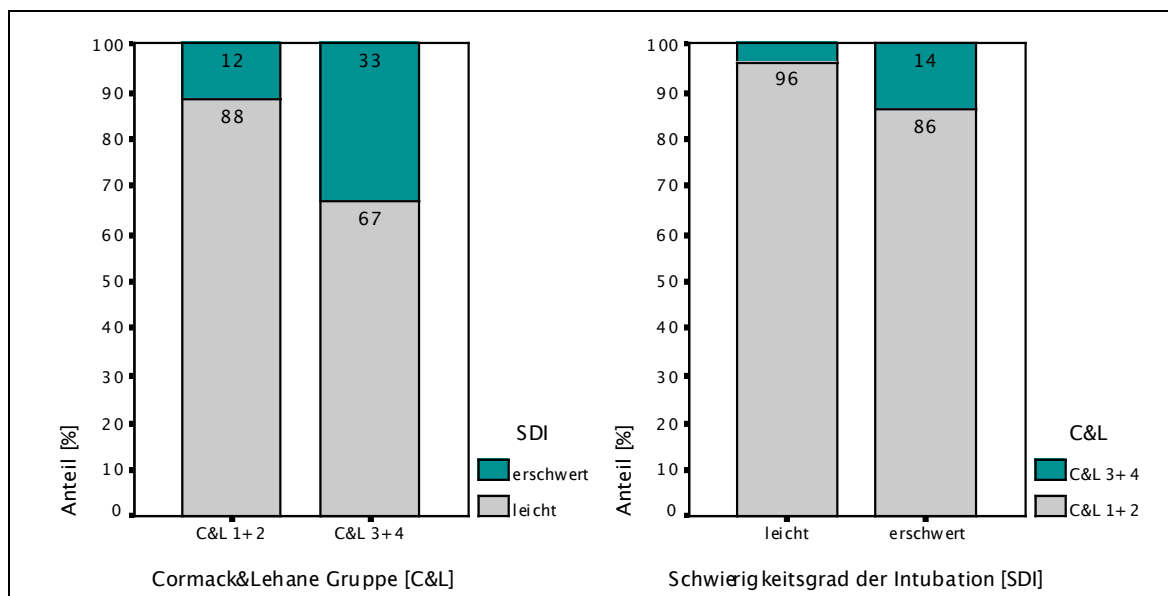


Abb. 3.6.b: Prozentuale Anteil beider Ergebnisvariablen

3.6.2 Gegenseitiger Test auf Gruppenunterschiede

Ranks				
	Schwierigkeitsgrad der Intubation	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Cormack&Lehane Gruppe	1 leicht	151	85,94	12976,50
	2 erschwert	22	94,30	2074,50
	Total	173		

Test Statistics ^a	
	Cormack&Lehane Gruppe
Mann-Whitney U	1500,500
Wilcoxon W	12976,500
Z	-1,901
Asymp. Sig. (2-tailed)	,057

a. Grouping Variable:
Schwierigkeitsgrad der Intubation

Abb. 3.6.c: Test auf Gruppenunterschiede der Ergebnisvariablen

3.6.3 Zusammenhang der Ergebnisvariablen

Correlations			
			Schwierigkeitsgrad der Intubation
Spearman's rho	Cormack&Lehane Gruppe	Correlation Coefficient	,145
		Sig. (2-tailed)	,057
		N	173

Correlations			
			Schwierigkeitsgrad der Intubation
Spearman's rho	Cormack&Lehane Gruppe	Correlation Coefficient	,145
		Sig. (1-tailed)	,029
		N	173

Abb. 3.6.d: Korrelationen der Ergebnisvariablen

3.7 Überprüfungen auf Unabhängigkeit

3.7.1 Unabhängigkeit der Cormack&Lehane-Gruppe

► Vom Alter

Das Alter der untersuchten Patienten lag, in beiden Gruppen annähernd gleich, im Mittel etwa zwischen 30 und 70 Jahren (C&L I-II: 48 ± 17 ; C&L III-IV: 52 ± 17). Ein signifikanter Altersunterschied konnte auch im U-Test nicht ermittelt werden (Sig. 0,49). Ein Zusammenhang zwischen Alter und Cormack&Lehane-Gruppe war in der Korrelation praktisch nicht existent und auch nicht signifikant (Sig. 0,49 bei einem Korrelationskoeffizient von 0,05).

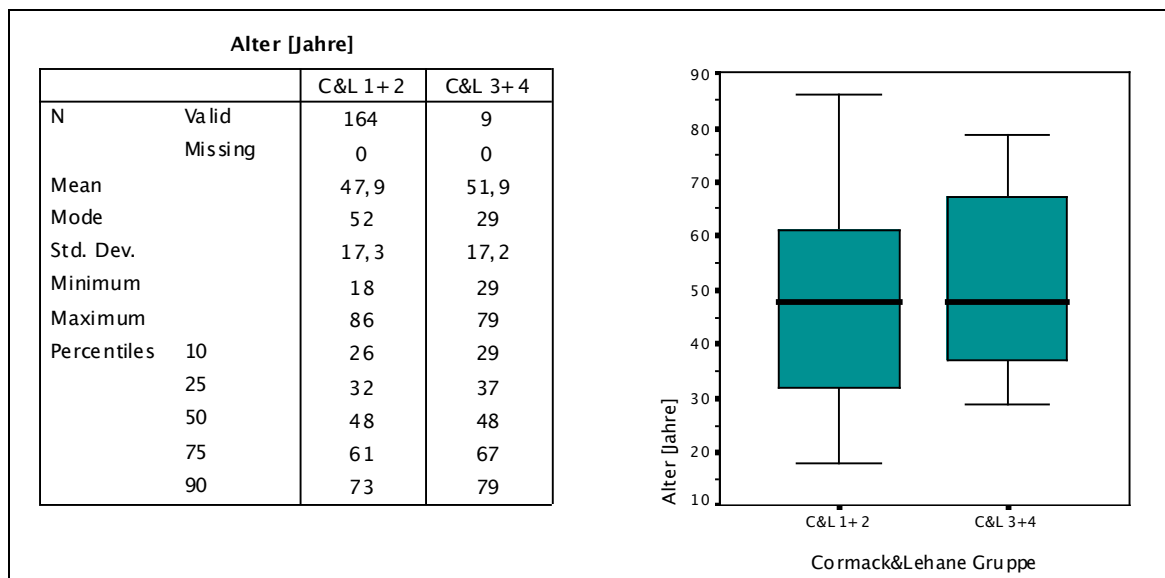


Abb. 3.7.a: C&L Unabhängigkeit vom Alter

► Vom Geschlecht

Das Geschlechterverhältnis war in der Gruppe C&L I-II ausgeglichen (gruppiertes Median 1,46), in der Gruppe C&L III-IV gab es einen leicht höheren Männeranteil (gruppiertes Median 1,33), der aber im U-Test nicht signifikant abweichend war (Sig. 0,47). Eine Korrelation zwischen Geschlecht und Cormack&Lehane-Gruppe bestand statistisch nicht (Korr. -0,06 bei Sig. 0,47).

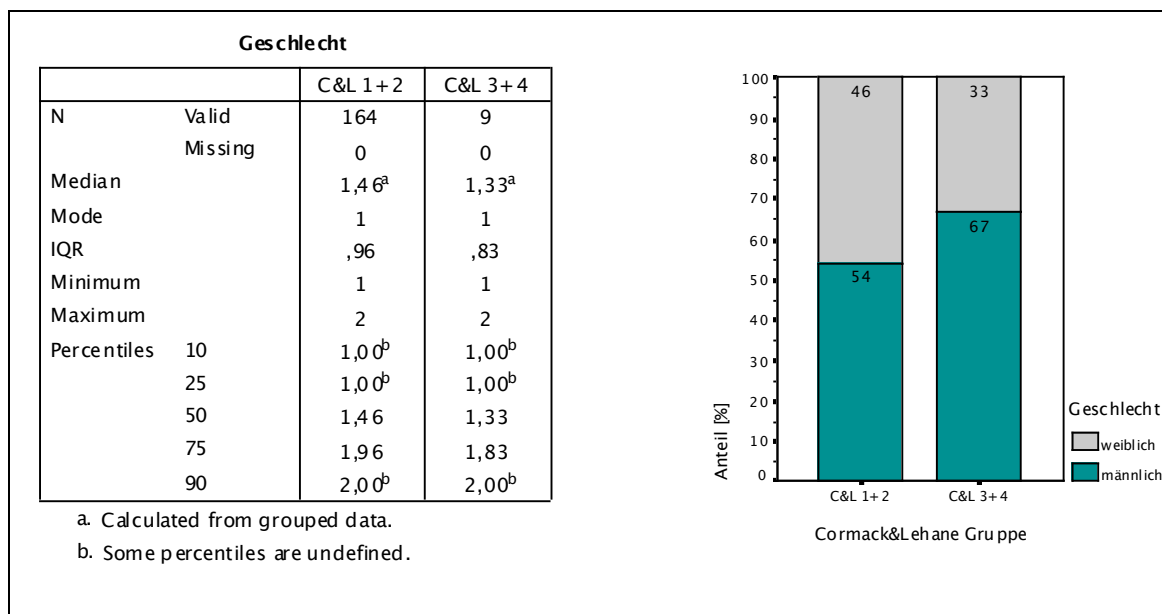


Abb. 3.7.b: C&L Unabhängigkeit vom Geschlecht

► Von der Qualifikation des Arztes

Während der Anteil der AiP in beiden Gruppen fast gleich ist (48 % und 44 %), kommen die Assistenzärzte mit 16 % nur in der Gruppe C&L I-II vor. Der Anteil der Fachärzte liegt in der Gruppe C&L I-II bei knapp 37 % gegenüber 56 % in der Gruppe C&L III-IV. In der statistischen Untersuchung ist allerdings weder im U-Test ein signifikanter Unterschied (Sig. 0,51), noch in der Korrelation ein Zusammenhang zwischen der Qualifikation des Arztes und der Cormack&Lehane-Gruppe nachweisbar (Korr. 0,05 bei Sig. 0,47).

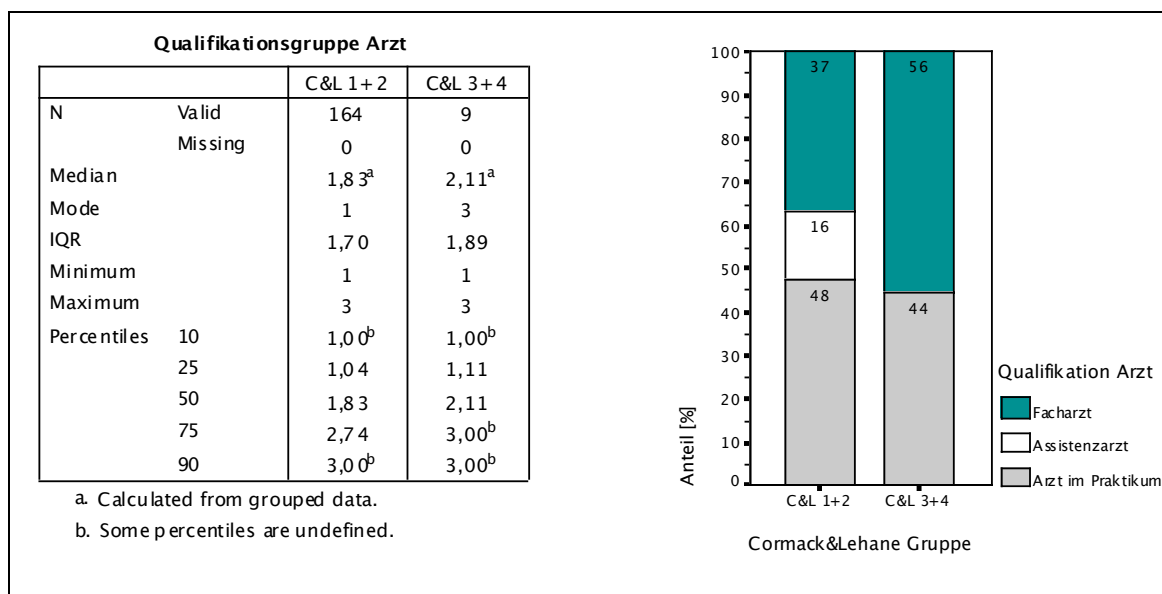


Abb. 3.7.c: C&L Unabhängigkeit von der Qualifikationsgruppe Arzt

Ranks				
	Cormack&Lehane Gruppe	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Alter [Jahre]	1 C&L 1+2	164	86,38	14166,50
	2 C&L 3+4	9	98,28	884,50
	Total	173		
Geschlecht	1 C&L 1+2	164	87,56	14359,50
	2 C&L 3+4	9	76,83	691,50
	Total	173		
Qualifikationsgruppe Arzt	1 C&L 1+2	164	86,46	14180,00
	2 C&L 3+4	9	96,78	871,00
	Total	173		

Test Statistics ^a			
	Alter [Jahre]	Geschlecht	Qualifikationsgruppe Arzt
Mann-Whitney U	636,500	646,500	650,000
Wilcoxon W	14166,500	691,500	14180,000
Z	-,694	-,726	-,657
Asymp. Sig. (2-tailed)	,488	,468	,511

a. Grouping Variable: Cormack&Lehane Gruppe

Abb. 3.7.d: U-Test auf Unterschiede in den C&L Gruppen

Correlations			
			Cormack&Lehane Gruppe
Spearman's rho	Alter [Jahre]	Correlation Coefficient	,053
		Sig. (2-tailed)	,489
		N	173
	Geschlecht	Correlation Coefficient	-,055
		Sig. (2-tailed)	,470
		N	173
	Qualifikationsgruppe Arzt	Correlation Coefficient	,050
		Sig. (2-tailed)	,512
		N	173

Abb. 3.7.e: Korrelationen mit der C&L Gruppe

3.7.2 Unabhängigkeit des Schwierigkeitsgrads der Intubation

► Vom Alter

Das Alter lag im Mittel der Gruppe SDI "leicht" wiederum etwa zwischen 30 und 70 Jahren (49 ± 18). In der Gruppe SDI "erschwert" lag das Mittel etwas jünger zwischen 30 und 55 Jahren (42 ± 14). Ein signifikanter Altersunterschied konnte im U-Test allerdings nicht bestätigt werden (Sig. 0,85). Eine geringe Korrelation zwischen Alter und Schwierigkeitsgrad der Intubation (Korr. -0,13) war ebenfalls nicht signifikant (Sig. 0,85).

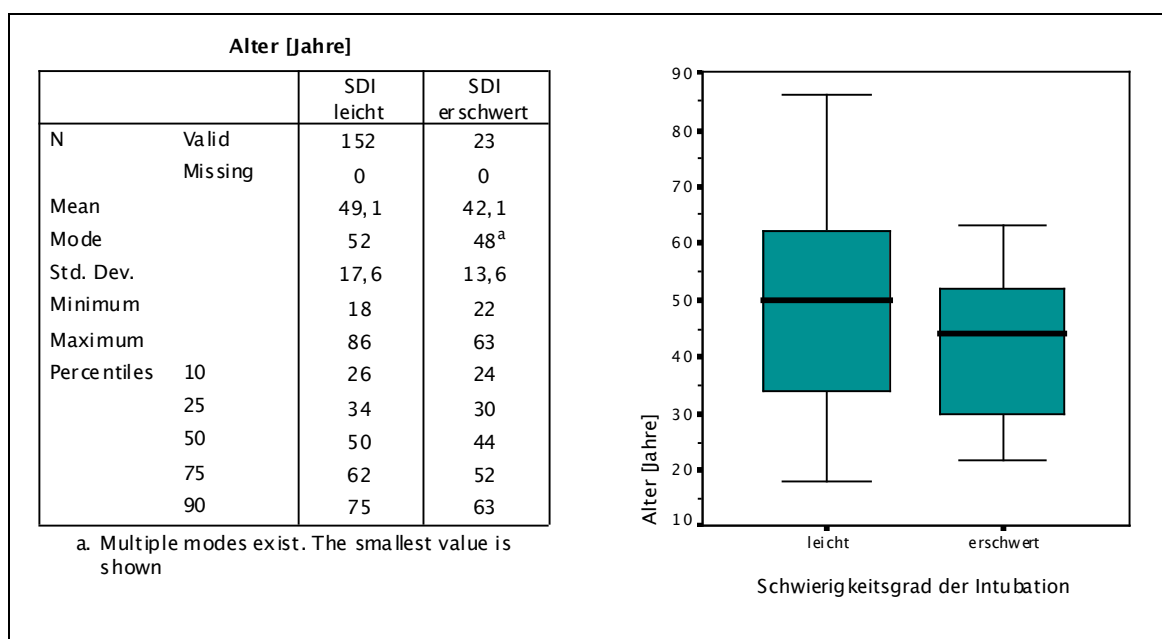


Abb. 3.7.f: SDI Unabhängigkeit vom Alter

► Vom Geschlecht

Fast analog zu den Zahlen der Cormack&Lehane-Gruppen gab es auch in den SDI-Gruppen ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis in der Gruppe SDI "leicht" (Gruppiertes Median 1,47) und einen höheren Männeranteil in der Gruppe SDI "erschwert" (Gruppiertes Median 1,30). Auch hier war der Unterschied im U-Test nicht signifikant (Sig. 0,13). Eine geringe Korrelation zwischen Geschlecht und SDI-Gruppe war statistisch ebenfalls nicht signifikant (Korr. -0,12 bei Sig. 0,13).

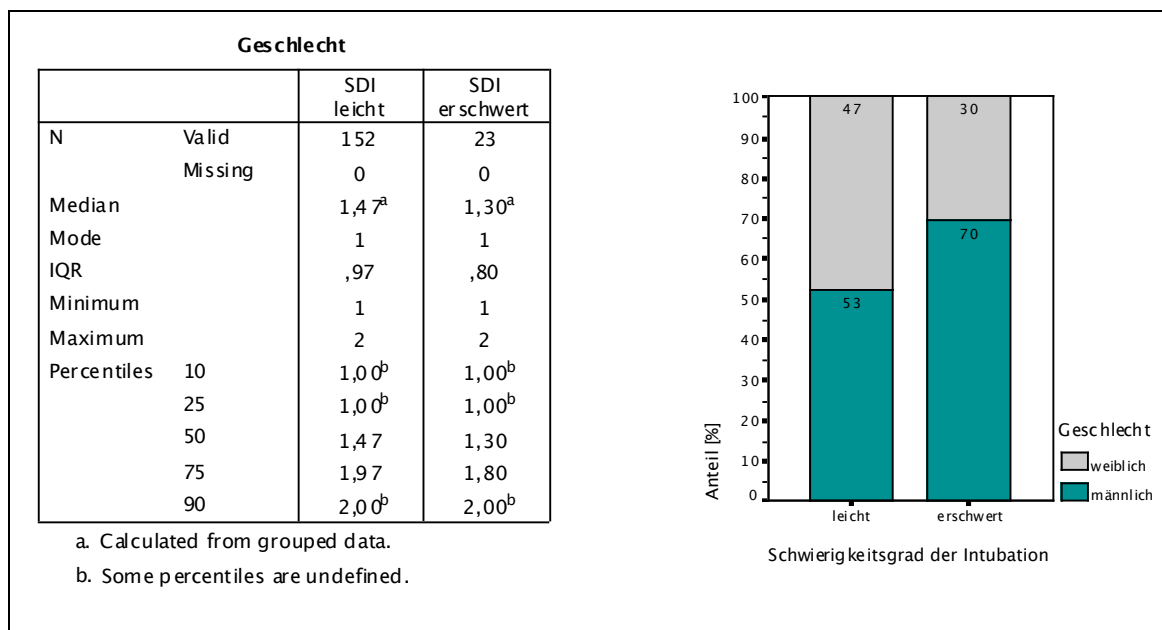


Abb. 3.7.g: SDI Unabhängigkeit vom Geschlecht

► Von der Qualifikation des Arztes

Die Anteile der Qualifikationsstufen in der Gruppe SDI "leicht" entsprechen im Wesentlichen denen der Gruppe "C&L I-II" (AiP 45 %, Assistenzarzt 16 %, Facharzt 39 %). In der Gruppe SDI "erschwert" steigert sich der AiP-Anteil auf 61 %, der Anteil der Assistenzärzte beträgt 9 % und der Facharztanteil schrumpft auf 30 %. In der statistischen Untersuchung ist allerdings wiederum weder im U-Test ein signifikanter Unterschied (Sig. 0,24), noch in der Korrelation ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Qualifikation des Arztes und dem Schwierigkeitsgrad der Intubation nachweisbar (Korr. -0,09 bei Sig. 0,24).

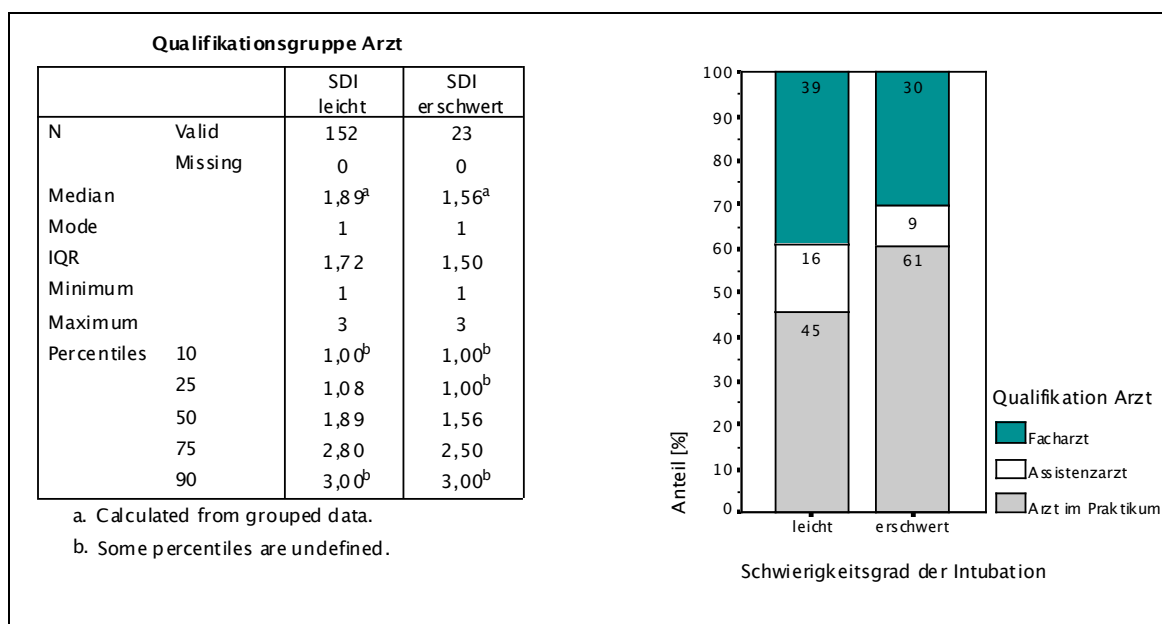


Abb. 3.7.h: SDI Unabhängigkeit von der Qualifikationsgruppe Arzt

Ranks				
	Schwierigkeitsgrad der Intubation	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Alter [Jahre]	1 leicht	152	90,57	137 66,00
	2 erschwert	23	71,04	1634,00
	Total	175		
Geschlecht	1 leicht	152	89,95	136 72,00
	2 erschwert	23	75,13	1728,00
	Total	175		
Qualifikationsgruppe Arzt	1 leicht	152	89,62	136 21,50
	2 erschwert	23	77,33	1778,50
	Total	175		

Test Statistics ^a			
	Alter [Jahre]	Geschlecht	Qualifikationsgruppe Arzt
Mann-Whitney U	1358,000	1452,000	1502,500
Wilcoxon W	1634,000	1728,000	1778,500
Z	-1,723	-1,517	-1,185
Asymp. Sig. (2-tailed)	,085	,129	,236

a. Grouping Variable: Schwierigkeitsgrad der Intubation

Abb. 3.7.i: U-Test auf Unterschiede in den SDI-Gruppen

Correlations			
			Schwierigkeitsgrad der Intubation
Spearman's rho	Alter [Jahre]	Correlation Coefficient	-,131
		Sig. (2-tailed)	,085
		N	175
	Geschlecht	Correlation Coefficient	-,115
		Sig. (2-tailed)	,130
		N	175
	Qualifikationsgruppe Arzt	Correlation Coefficient	-,090
		Sig. (2-tailed)	,237
		N	175

Abb. 3.7.j: Korrelationen mit dem SDI

3.8 Subjektiver Eindruck der Intubationsschwierigkeit

Subjektiv wurden gut 20 % der Intubationen als erschwert angesehen. Der Schwierigkeitsgrad der Intubation (die Anzahl der Versuche) war aber nur in 13 % erhöht, die laryngoskopische Sicht gar nur in 5 % der Fälle erschwert.

18 % der Cormack&Lehane-Gruppe I-II wurden als subjektiv erschwert eingestuft. 22 % der Fälle mit erschwerter Laryngoskopie (Cormack&Lehane-Gruppe III-IV) wurden trotzdem als subjektiv leicht wahrgenommen. Beim 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' (SDI) waren es nur 13 %, die trotz leichter Intubation als subjektiv erschwert beschrieben wurden. Als subjektiv leicht wurden trotz erschwertem SDI ebenfalls 22 % der Fälle eingestuft.

Im U-Test gab es für den subjektiven Eindruck des Arztes in beiden Ergebnisvariablen hochsignifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen. Der subjektive Eindruck korreliert sehr gut und ebenfalls hochsignifikant mit beiden Ergebnisvariablen (Korr.: C&L 0,33 und SDI 0,54).

Insgesamt hat die Mehrheit der Ärzte (etwa 80 %) einen leichten subjektiven Eindruck dokumentiert. Die Gruppe der AiP etwas geringer (Gruppiertes Median 1,25) als die Gruppe der Assistenzärzte (1,15) und der Fachärzte (1,18). Der Anteil der Qualifikationsgruppen am subjektiv leichten/erschweren Eindruck war dabei in seiner Verteilung (AiP 45/57 %, Assistenzarzt 16/11 %, Facharzt 39/32 %) der Aufteilung zwischen den Schwierigkeitsgraden der Intubation sehr ähnlich. Insbesondere die Tendenz, dass die Intubation vom AiP etwas häufiger als erschwert empfunden wird, ist vergleichbar. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Qualifikationsgruppen konnte im U-Test jedoch nicht festgestellt werden (Sig. 0,27) und auch in der Korrelation war kein Zusammenhang erfassbar (Korr. -0,08 bei Sig. 0,27).

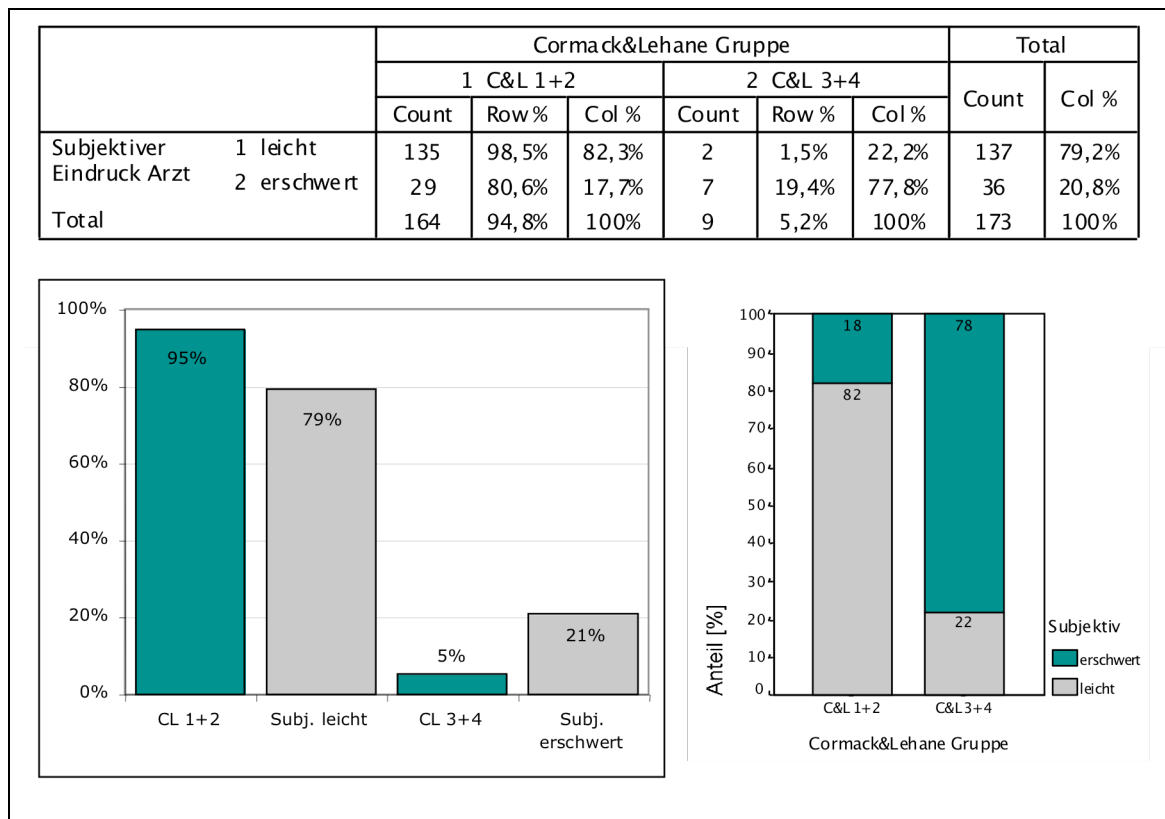


Abb. 3.8.a: Subjektiver Eindruck und Cormack&Lehane-Gruppe

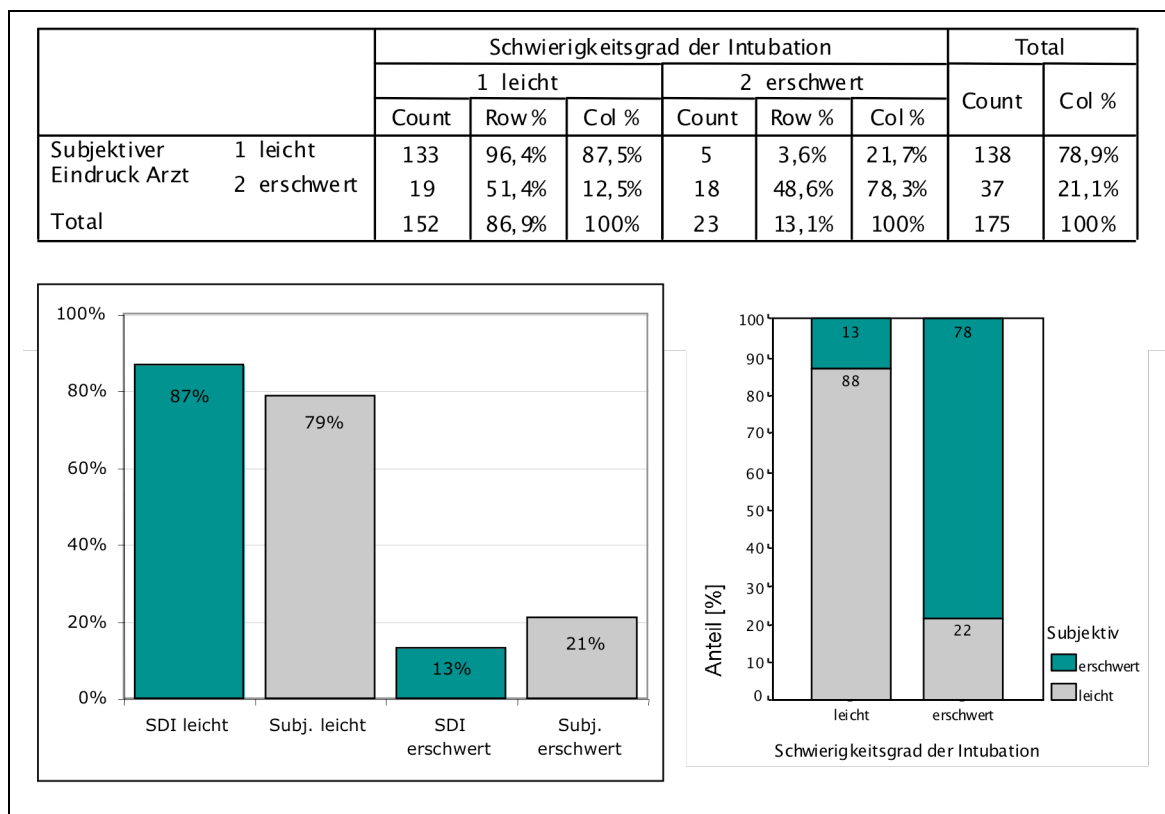


Abb. 3.8.b: Subjektiver Eindruck und Schwierigkeitsgrad der Intubation

Ranks				
	Subjektiver Eindruck Arzt	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Cormack&Lehane Gruppe	1 leicht	137	83,76	11475,50
	2 erschwert	36	99,32	3575,50
	Total	173		
Schwierigkeitsgrad der Intubation	1 leicht	138	79,67	10994,50
	2 erschwert	37	119,07	4405,50
	Total	175		

Test Statistics ^a		
	Cormack&Lehane Gruppe	Schwierigkeitsgrad der Intubation
Mann-Whitney U	2022,500	1403,500
Wilcoxon W	11475,500	10994,500
Z	-4,312	-7,178
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000

a. Grouping Variable: Subjektiver Eindruck Arzt

Abb. 3.8.c: U-Test auf Gruppenunterschiede beim Subjektiven Eindruck Arzt

Correlations				
			Cormack&Lehane Gruppe	Schwierigkeitsgrad der Intubation
Spearman's rho	Subjektiver Eindruck Arzt	Correlation Coefficient	,329	,544
		Sig. (2-tailed)	,000	,000
		N	173	175

Abb. 3.8.d: Korrelationen mit Subjektivem Eindruck

► Subjektiver Eindruck und Qualifikation des Arztes

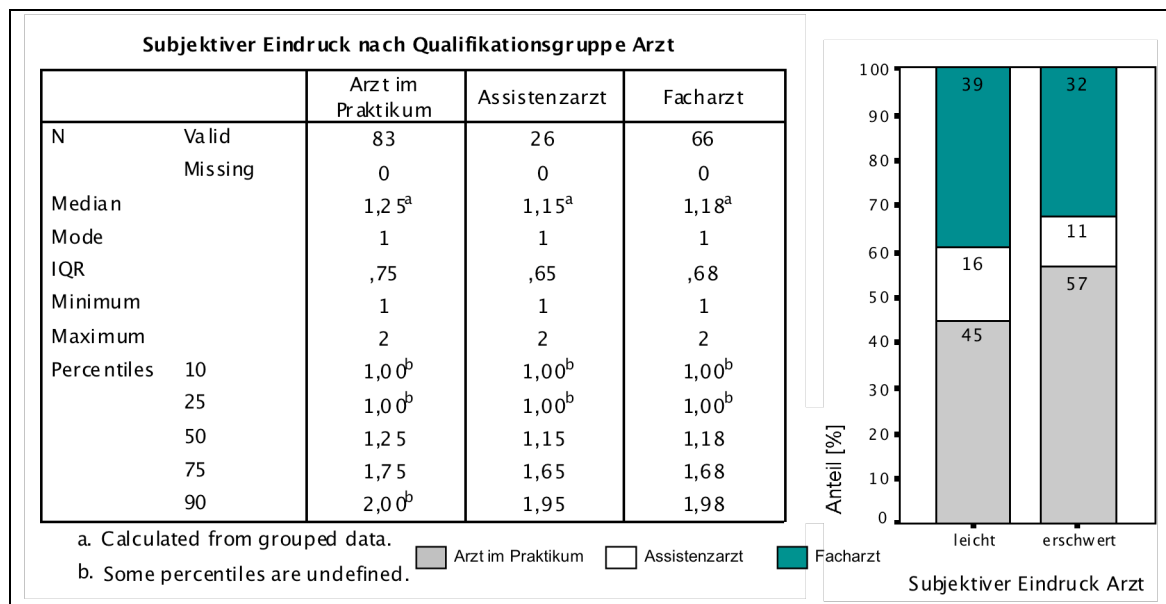


Abb. 3.8.e: Subjektiver Eindruck aufgeschlüsselt nach der Qualifikationsgruppe Arzt

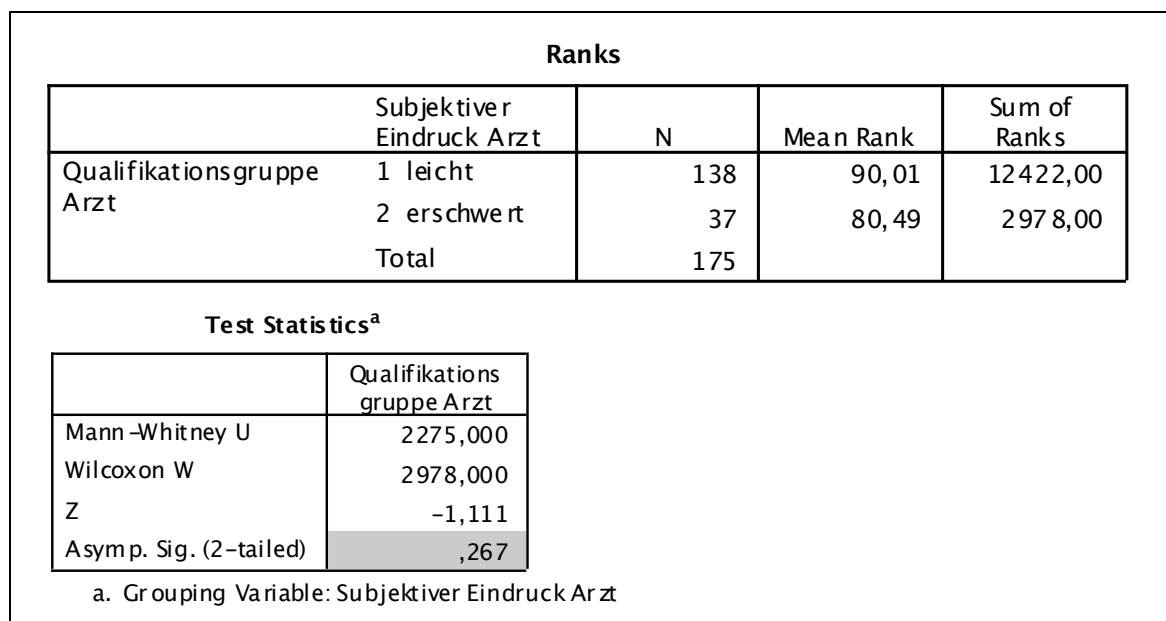


Abb. 3.8.f: U-Test auf Unterschiede in der Qualifikationsgruppe Arzt

Correlations			
			Subjektiver Eindruck Arzt
Spearman's rho	Qualifikationsgruppe Arzt	Correlation Coefficient	-,084
		Sig. (2-tailed)	,268
		N	175

Abb. 3.8.g: Korrelation zwischen Subjektivem Eindruck und Qualifikationsgruppe Arzt

3.9 Dauer des Intubationsvorgangs

3.9.1 Zeitunterschiede in den Cormack&Lehane-Gruppen

Die Intubationsdauer betrug in der Gruppe Cormack&Lehane I-II im Mittel etwa zwischen 15 und 60 Sekunden (36 ± 22). Ein Viertel aller Intubationen in dieser Gruppe war maximal nach 20 Sekunden, die Hälfte nach spätestens einer halben Minute (32 Sekunden) abgeschlossen.

In der Gruppe C&L III-IV betrug die Intubationsdauer im Mittel etwa zwischen 25 und 50 Sekunden (37 ± 11). Ein Viertel war innerhalb einer halben Minute (28 Sekunden), die Hälfte innerhalb von 38 Sekunden abgeschlossen.

Im U-Test ergab sich aber zwischen den beiden Cormack&Lehane-Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Intubationsdauer (Sig. 0,45). Auch in der Korrelation zwischen Cormack&Lehane-Gruppe und Intubationsdauer konnte kein Zusammenhang gefunden werden (Korr. 0,06 bei Sig. 0,45).

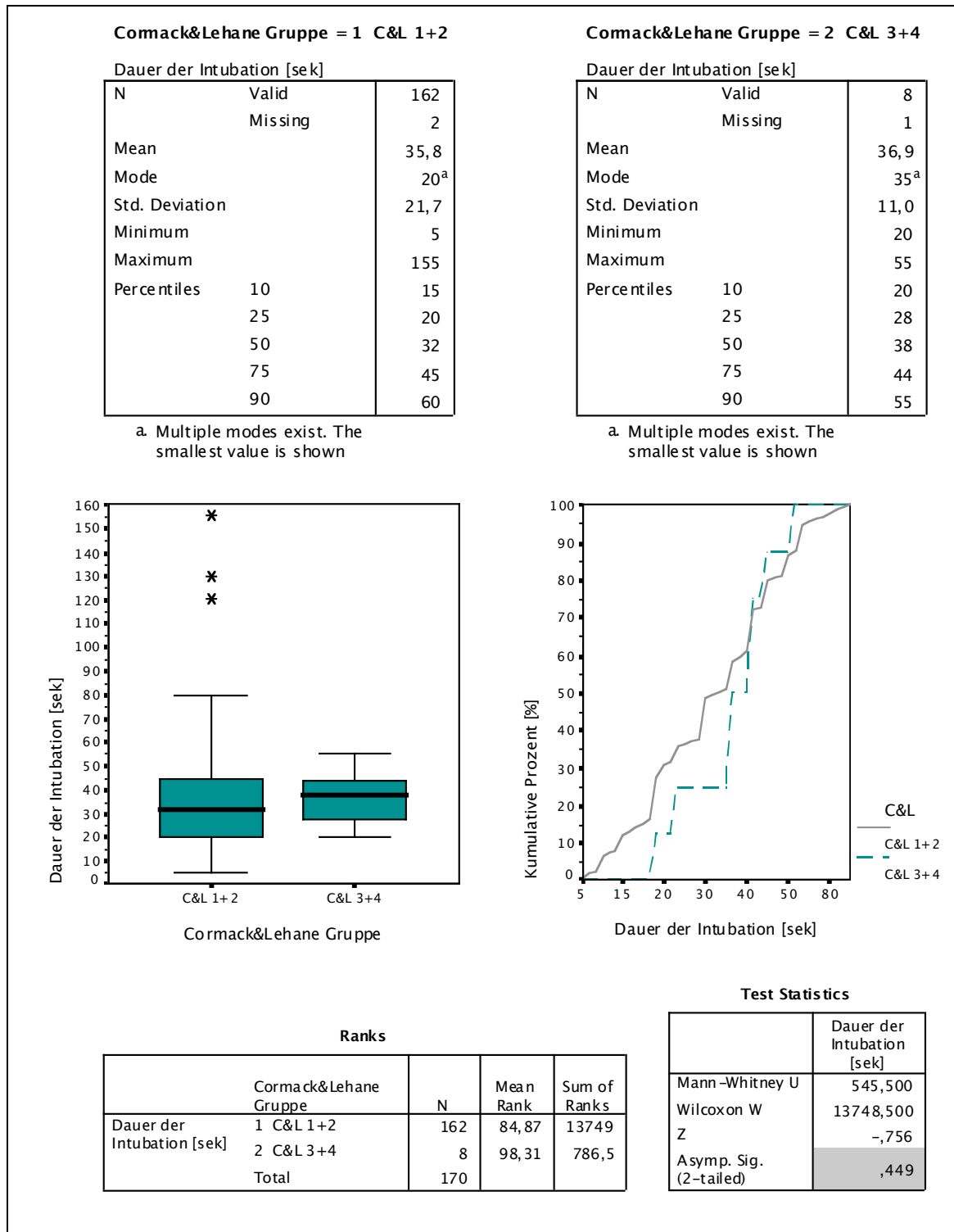


Abb. 3.9.a: Zeitunterschiede in den Cormack&Lehane-Gruppen

3.9.2 Zeitunterschiede beim Schwierigkeitsgrad der Intubation

Die Intubationsdauer betrug in der Gruppe SDI leicht im Mittel etwa zwischen 15 und 45 Sekunden (31 ± 14). Ein Viertel aller Intubationen in dieser Gruppe war maximal nach 20 Sekunden, die Hälfte nach spätestens einer halben Minute abgeschlossen.

In der Gruppe SDI erschwert betrug die Intubationsdauer im Mittel etwa 30 bis 100 Sekunden (68 ± 35). Ein Viertel war innerhalb von 40 Sekunden, die Hälfte erst innerhalb einer Minute (58 Sekunden) abgeschlossen.

Sowohl der Unterschied der Intubationsdauer im U-Test der Gruppen des Schwierigkeitsgrads der Intubation, als auch der Zusammenhang in der Korrelation der beiden Variablen (Korr. 0,44) konnte jeweils hochsignifikant nachgewiesen werden.

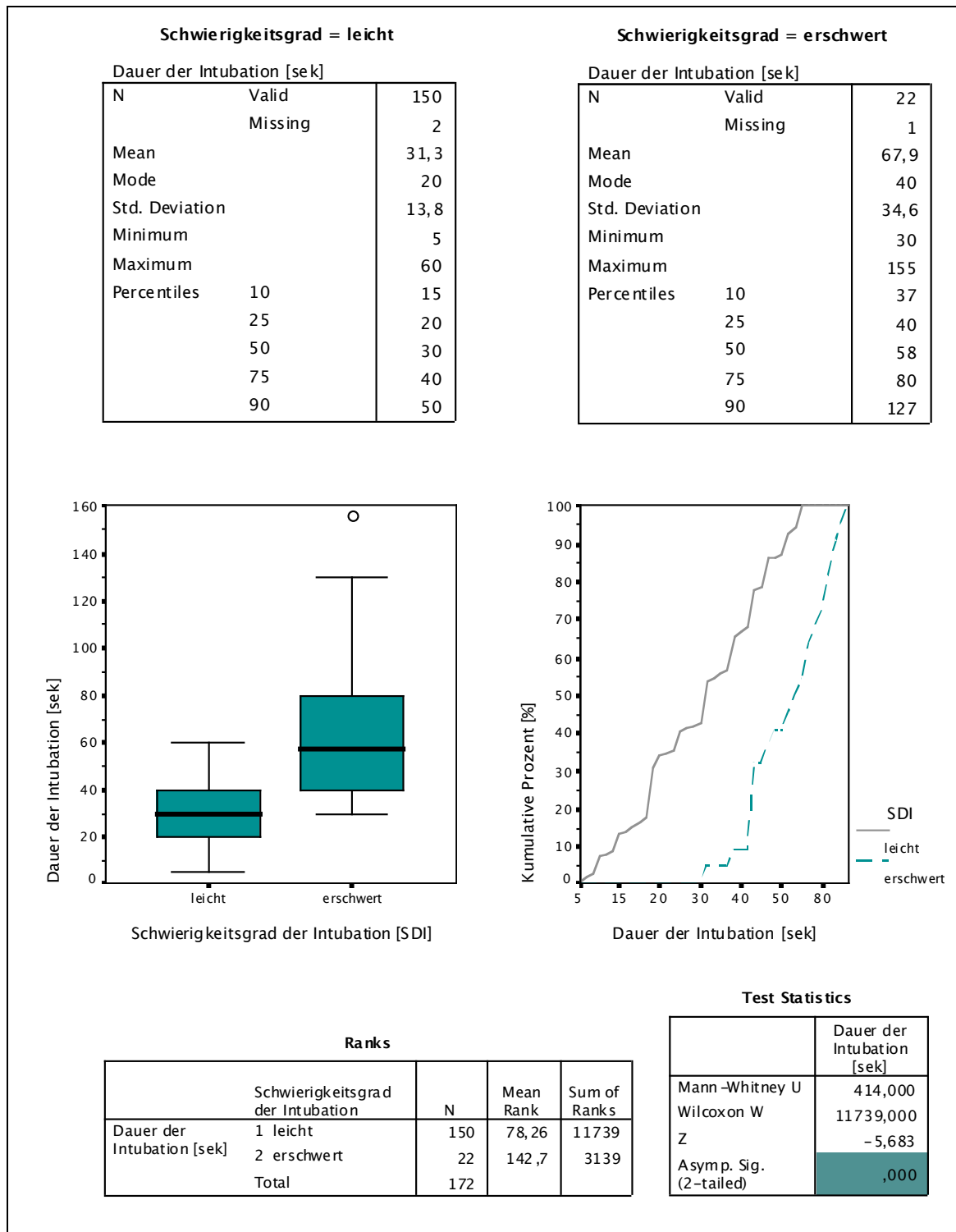


Abb. 3.9.b: Zeitunterschiede in den Gruppen des Schwierigkeitsgrads der Intubation

3.9.3 Zeitunterschiede in den Qualifikationsgruppen Arzt

Ebenfalls hochsignifikant war ein Zusammenhang zwischen der Intubationsdauer und der Qualifikation des Arztes zu belegen (Korr. -0,46). Der AiP benötigte für eine Intubation im Mittel etwa 20 bis 60 Sekunden (41 ± 19), der Assistenzarzt 20 bis 75 Sekunden (48 ± 26) und der Facharzt nur 10 bis 45 Sekunden (25 ± 18). Ein Unterschied in der Intubationsdauer zwischen AiP und Assistenzarzt konnte im U-Test nicht gefunden werden (Sig. 0,33). Der Unterschied zwischen AiP und Facharzt, sowie zwischen Assistenzarzt und Facharzt war jedoch in beiden Fällen statistisch hochsignifikant.

Correlations				
Dauer der Intubation [sek]				
		Cormack & Lehane Gruppe	Schwierigkeitsgrad der Intubation	Qualifikationsgruppe Arzt
Spearman's rho	Correlation Coefficient	,058	,435	-,462
	Sig. (2-tailed)	,451	,000	,000
	N	170	172	172

Abb. 3.9.c: Korrelationen zur Dauer der Intubation

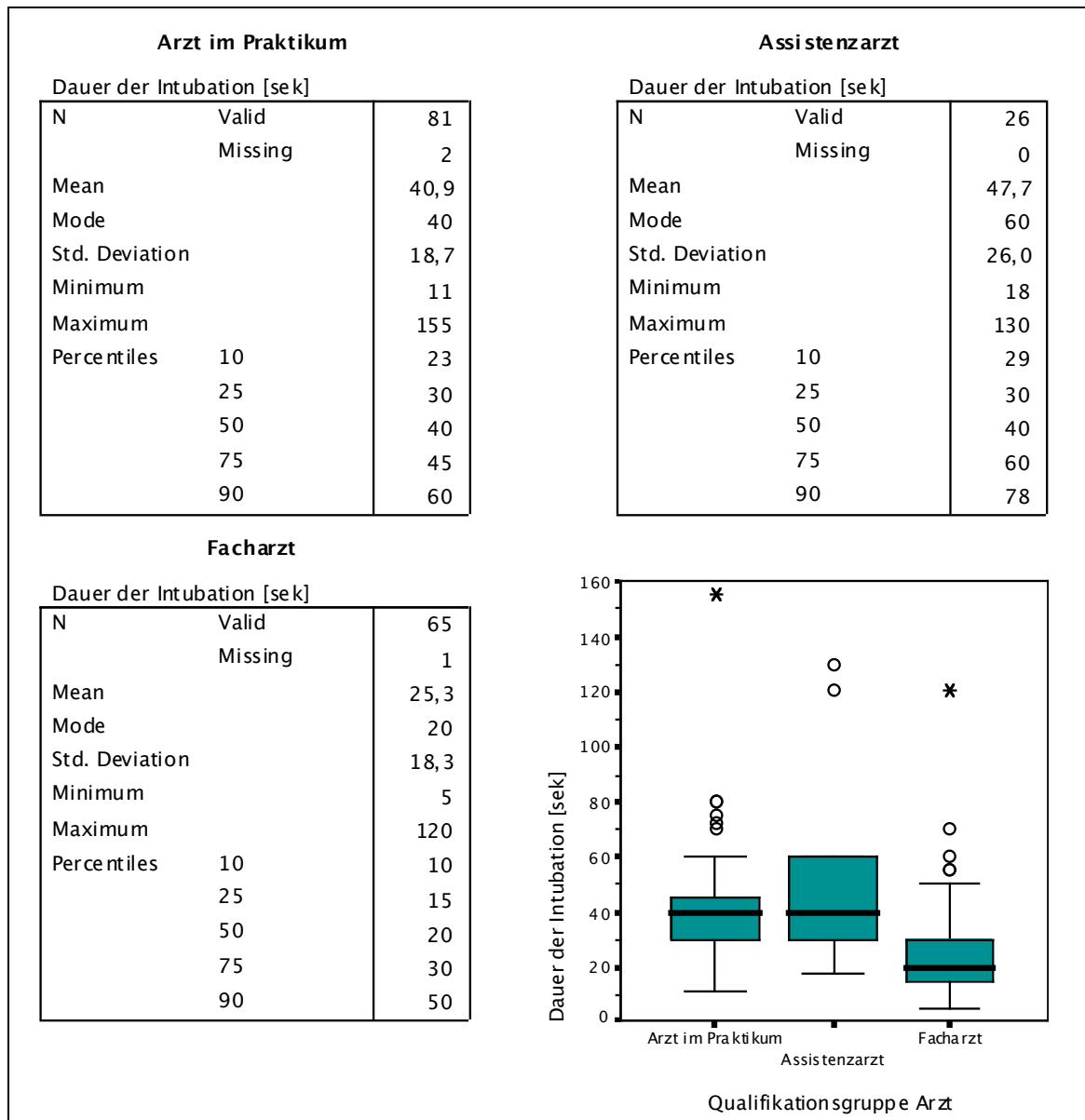


Abb. 3.9.d: Dauer der Intubation in den Qualifikationsgruppen Arzt

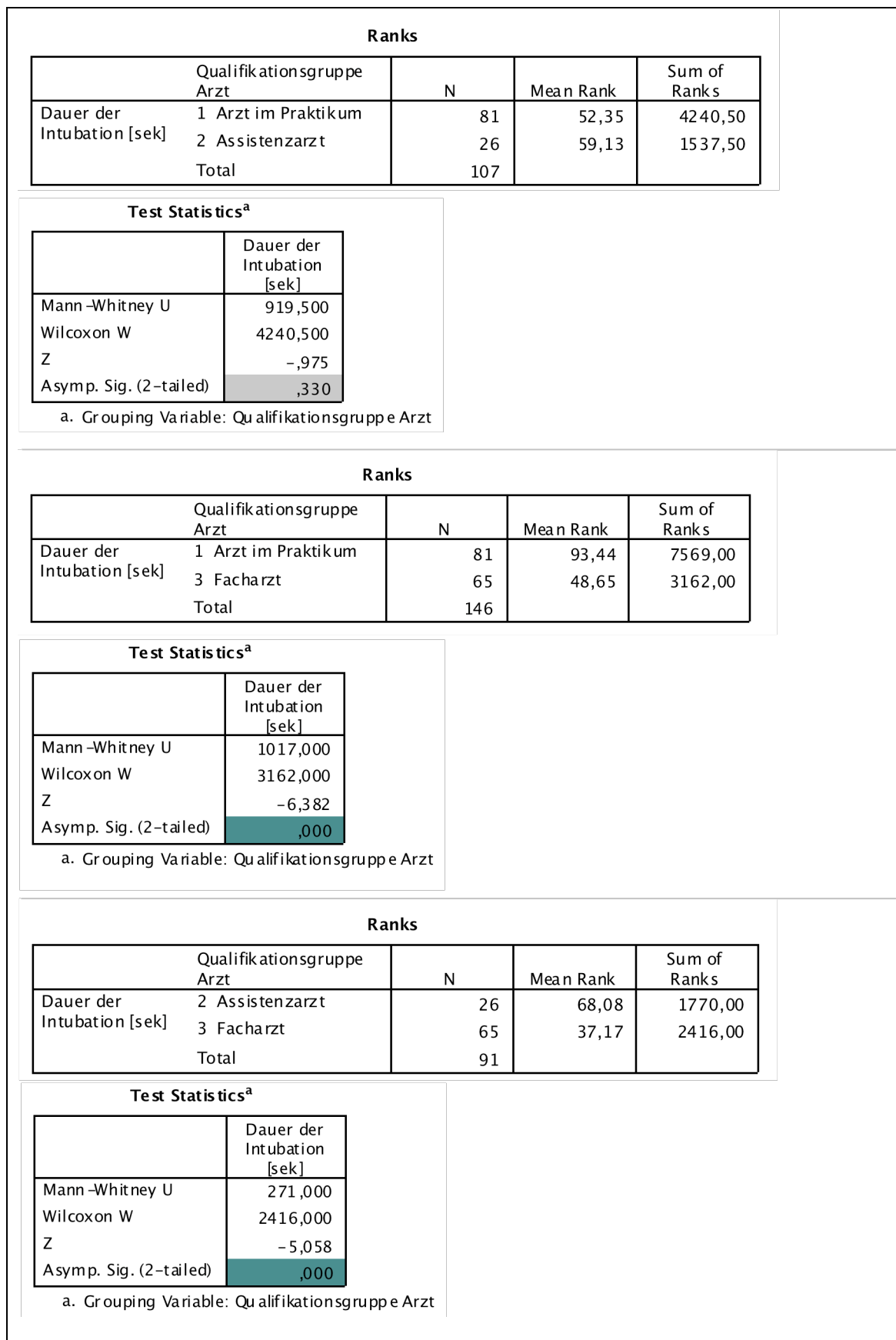


Abb. 3.9.e: U-Tests auf Unterschiede in der Dauer der Intubation

3.10 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

3.10.1 Übersicht der Fälle

In der Datenanalyse konnten 175 Fälle berücksichtigt werden. Eine schwierige Intubation (C&L III-IV) wurde in 9 Fällen (5,2 %), eine "erschwerte" Intubation (> 1 Intubationsversuch) in 23 Fällen (13,1 %) beobachtet. [⇒ 3.1.1]

3.10.2 Gruppenunterschiede

► Cormack&Lehane-Gruppe

In der Cormack&Lehane-Gruppe III-IV fanden sich anteilig signifikant mehr Patienten aus der Samsoon&Young-Gruppe III-IV. Tendenziell gab es dort auch kürzere Kinn-Kehlkopf-Distanzen und kleinere Zahnreihenabstände. [⇒ 3.2.1]

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

In der SDI-Gruppe "erschwert" war nur der Zahnreihenabstand signifikant kleiner.

Es fanden sich allenfalls noch Hinweise auf einen marginal erhöhten Anteil an Patienten mit einer S&Y-Klasse III-IV. [⇒ 3.2.2]

3.10.3 Zusammenhänge

► Cormack&Lehane-Gruppe

Ein signifikanter Zusammenhang fand sich mit der Samsoon&Young-Gruppe. Höhere S&Y-Klassen hatten eine leicht positive Korrelation (+0,15) zu höheren C&L-Graden. [⇒ 3.3.1]

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

Ein höherer SDI korrelierte signifikant mit einem geringeren Zahnreihenabstand (-0,19). [⇒ 3.3.2]

3.10.4 Vorhersage

► Cormack&Lehane-Gruppe

Als einzige Vorhersagevariable wurde die Samsoon&Young-Gruppe identifiziert. In der S&Y-Klasse I-II betrug die Wahrscheinlichkeit für eine schwierige Laryngoskopie

4,0 % und in der Klasse III-IV 14,3 %. Der Regressionskoeffizient war mit 0,62 jedoch nicht mehr zum gewählten Niveau signifikant. [⇒ 3.4.1]

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

Als einzige Vorhersagevariable für den SDI wurde der Zahnreihenabstand ermittelt. Für eine erschwerte Intubation ergab sich eine signifikante Wahrscheinlichkeit von 1,8 % bei 7 cm Mundöffnung und von 37,8 % bei 3 cm. [⇒ 3.4.2]

3.10.5 Diagnostischer Wert

► Cormack&Lehane-Gruppe

Mit 67 % hatte der 'Zahnreihenabstand ≤ 4 cm' die höchste Sensitivität für das Vorliegen eines C&L-Grads III-IV, gefolgt von der 'Kinn-Kehlkopf-Distanz $\leq 6,5$ cm' mit 56 %. Die Spezifität für das Vorliegen eines C&L-Grads I-II lag bei beiden um 80 % (79-81 %). Die 'S&Y-Klasse \geq III' hatte nur eine geringe Sensitivität von 33 % bei einer höheren Spezifität von 89 %. Die 'Mandibulalänge ≤ 9 cm' hatte keinen Vorhersagewert.

Die Flächen unter der ROC-Kurve lagen absteigend bei 0,73 für den 'Zahnreihenabstand ≤ 4 cm' (Sig. $<0,05$), bei 0,68 für die 'Kinn-Kehlkopf-Distanz $\leq 6,5$ cm' (Sig. $<0,1$) und bei 0,61 für die 'S&Y-Klasse \geq III' (n.s.). [⇒ 3.5.1]

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

Eine nennenswerte Sensitivität für die Vorhersage einer erschwerten Intubation hatte mit 44 % ebenfalls der 'Zahnreihenabstand ≤ 4 cm'. Die Spezifität lag bei 79 %, die Fläche unter der ROC-Kurve betrug 0,61 zum Signifikanzniveau von 0,1.

Die 'Mandibulalänge ≤ 9 cm' konnte auch hier nicht zu einer Vorhersage beitragen, die übrigen Parameter hatten eine sehr geringe Sensitivität von 22 %. Die Spezifität lag mit 89 % bei der 'S&Y-Klasse \geq III' aber deutlich höher als mit 79 % bei der 'Kinn-Kehlkopf-Distanz $\leq 6,5$ cm'. Die Fläche unter der ROC-Kurve war für die 'S&Y-Klasse \geq III' kaum (0,55) und für die anderen Parameter nicht von 0,5 verschieden (n.s.). [⇒ 3.5.2]

3.10.6 Vergleich der Ergebnisvariablen

In der C&L-Gruppe I-II fanden sich 12% Patienten mit einem erschwerten SDI, in der C&L-Gruppe III-IV 33 %. Umgekehrt fanden sich in der SDI-Gruppe "leicht" nur 4 % Fälle mit einem C&L-Grad III-IV, während es in der SDI-Gruppe "erschwert" immerhin

14 % waren. Ein Unterschied zwischen den Variablen war gerade nicht mehr signifikant (Sig. 0,06), und nur in der einseitigen Korrelation konnte ein leichter positiver Zusammenhang gezeigt werden (Korr. +0,15). [⇒ 3.6]

3.10.7 Unabhängigkeit

Weder bei der Cormack&Lehane-Gruppe, noch beim Schwierigkeitsgrad der Intubation konnte eine statistisch signifikante Abhängigkeit von der Qualifikation des Anästhesisten, oder von Alter und Geschlecht des Patienten festgestellt werden. [⇒ 3.7]

3.10.8 Subjektiver Eindruck

20 % aller Intubationen wurden subjektiv als erschwert eingestuft. Dabei wurden auch 18 % der Cormack&Lehane-Gruppe I-II, aber nur 13 % der SDI-Gruppe "leicht" als subjektiv erschwert beschrieben. Jeweils 22 % schwieriger und erschwerter Intubationen wurden subjektiv dennoch als leicht wahrgenommen. Trotz einer Tendenz, dass die Intubation vom AiP etwas häufiger als erschwert empfunden wurde, konnte im statistischen Test kein signifikanter Unterschied zwischen den Qualifikationsgruppen festgestellt werden. [⇒ 3.8]

3.10.9 Dauer der Intubation

► Cormack&Lehane-Gruppe

Es ergab sich kein signifikanter Unterschied in der Intubationsdauer zwischen den Cormack&Lehane-Gruppen I-II und III-IV. Ein Intubationsvorgang dauerte im Mittel etwa 15 bis 60 Sekunden. [⇒ 3.9.1]

► Schwierigkeitsgrad der Intubation

Die Intubationsdauer in der SDI-Gruppe "leicht" betrug im Mittel etwa 15-45 Sekunden. In der SDI-Gruppe verdoppelte sich die Dauer auf etwa 30-100 Sekunden. Der Unterschied zwischen den Gruppen war methodisch erwartet hochsignifikant. [⇒ 3.9.2]

► Unterschiede zwischen Qualifikationsgruppen

Ebenfalls hochsignifikant unterschiedlich war die benötigte Intubationszeit zwischen der Qualifikationsgruppe der Fachärzte und der Gruppe der AiP oder Assistenzärzte.

Der Facharzt benötigte im Mittel 10-45 Sekunden und der AiP 20-60 (Assistenzarzt 20-75) Sekunden für einen Intubationsvorgang. [⇒ 3.9.3]

4 Diskussion

4.1 Kritik der Methodik

4.1.1 Besonderheiten bei der Auswahl der Patienten

Die Beschränkung auf elektive Patienten der Unfallchirurgischen und Orthopädischen Klinik bildet nur einen Teil aller zu intubierenden Patienten in einem Krankenhaus ab. Dieses muss bei der Interpretation der Ergebnisse bedacht werden. Der Vorteil dieser Auswahl liegt jedoch in der geringeren Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein Ausschluss oder eine Beeinflussung der Untersuchungen durch patienten- und verfahrensseitige Einflüsse vorkommt. So wäre zum Beispiel im Bereich der HNO-Chirurgie mit deutlich mehr Atemwegsbehinderungen zu rechnen oder in der Allgemeinchirurgie ein höherer Anteil an abweichenden Intubationsmethoden (zum Beispiel Nicht-Nüchtern-Einleitung, Doppellumen-Tubus, Neuromonitoring) zu erwarten.

Bedingt durch die Methodik konnte ein großer Anteil der Ausschlusskriterien erst im Rahmen der Voruntersuchung (Untersuchung I) ermittelt werden. Durch natürliche Abweichungen zwischen OP-Plan und Realität, oder zwischen Prämedikation und Narkose, konnten eine Reihe primär eingeschlossener Patienten letztlich nicht weiter berücksichtigt werden. Daher kam es zu einer relativ geringen Quote von nur 62 % der randomisierten Patienten, die letztlich in die Studie aufgenommen werden konnten. Gründe für einen Ausschluss waren unter anderem: Abweichungen der Daten vom OP-Plan (zum Beispiel Alter, geplantes Narkoseverfahren, unklares OP-Datum), Verweigern der Einwilligung in die Studie, Patienten mit Wahlarztvertrag, nach Geschlechtsumwandlung, mit offensichtlichem Grund für eine zu erwarten schwierige Intubation (zum Beispiel nach Tumoren im HNO-Bereich oder Versteifungen der Halswirbelsäule), sowie mit mentalen oder anatomischen Verhältnissen, die eine Untersuchung nicht zuließen.

Gründe für einen Ausschluss nach der Narkoseuntersuchung (Untersuchung II) waren im Wesentlichen auf Änderungen des Narkoseverfahrens (zum Beispiel Larynxmaske, Nicht-Nüchtern-Einleitung), Lagerungsbehinderungen, sowie abgesagte oder auf ein unbekanntes Datum verschobene Operationstermine zurückzuführen. Seltene Anlässe waren unvollständige oder nicht zuzuordnende Unterlagen und Patienten initiierte Studienabbrüche. Insgesamt konnten so die Daten von 88 % der aufgenommenen Patienten in der Studie verwendet werden.

4.1.2 Anmerkungen zur Fallzahl

Insgesamt konnten 324 Patienten in dieser Studie begutachtet werden. Limitierungen für die Fallzahl ergaben sich neben der organisatorischen Abhängigkeit auch durch die Tatsache, dass die Untersuchung I durch nur eine Person durchgeführt wurde. Bei den Vorteilen, die eine Voruntersuchung durch den selben Untersucher in Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse hat, so ist auch zu bedenken, dass subjektive Einschätzungen zu systematischen Abweichungen führen können, die bei mehreren Untersuchern günstigenfalls ausgeglichen würden. Problematisch in Bezug auf eine statistische Auswertung bleiben auch ein deutlicher Unterschied in den Gruppengrößen und die geringe Fallzahl einiger Subgruppen. In diesem Punkt soll die vorliegende Arbeit in erster Linie als Methodik-Modell verstanden werden, dessen Ergebnisse als Anhaltspunkt gewertet, und in größeren Patientenkollektiven überprüft werden müssen.

4.1.3 Durchführung der Untersuchungen I und II

► Einschränkungen der Verblindung

Vom Ansatz her handelt es sich bei dieser Untersuchung um eine prospektive, randomisierte und doppelblinde Studie. Eine wirksame Verblindung ist allerdings kritisch zu hinterfragen, da zwar weder dem Patienten, noch dem jeweils anderen Untersucher die (Vor-)Ergebnisse bekannt waren, unbewusste Äußerungen im Sinne einer nonverbalen Kommunikation aber nicht ausgeschlossen werden konnten. Auf diesem Weg wäre eine Beeinflussung des Anästhesisten durch den Patienten vor der Intubation zumindest theoretisch denkbar.

► Bestimmung der Samsoon&Young Klasse

Die Klassifizierung der oropharyngealen Strukturen nach Samsoon&Young^[67] ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Die exakte Einteilung der Klassen ist in der Originalarbeit nicht ausreichend genau beschrieben und die anatomische Nomenklatur im Deutschen nur teilweise gebräuchlich. Daher wurde sich bei dieser Studie in erster Linie an der grafischen Darstellung der Klassifizierung nach Samsoon&Young orientiert und eine sinngemäße Einteilung definiert. Abweichend von der originären Methodik wurde die Untersuchung bei allen Patienten im Liegen durchgeführt, da ein Teil durch die Grunderkrankung bedingt nicht aufrecht sitzen konnte. Nach Tham^[76] hat dies jedoch keine signifikante Auswirkung auf das Ergebnis. Anzumerken ist, dass die Erfassung der Samsoon&Young Klasse, beziehungsweise der zugrunde liegenden Mallampati-Klassifikation^[51] bis heute weltweit im täglichen Gebrauch ist. Die

verwendeten Definitionen werden in der Literatur aber sehr unterschiedlich ausgelegt und, wenn überhaupt exakt beschrieben, oftmals modifiziert^[31,47,83]. Nicht selten kommt es sogar in angesehenen Fachzeitschriften zur Verwechslung der beiden Klassifizierungen^[26].

► **Dokumentation der Narkoseuntersuchung bei mehreren Ärzten**

Der Ausbildungsstand des Untersuchers konnte wie die Klassifizierung nach Cormack&Lehane und die subjektive Einschätzung nur einmal pro Patient angegeben werden. In zwei Fällen sind zusätzliche Ärzte bei mehrfachen Intubationsversuchen hinzugezogen worden. In diesen Fällen sollten die Daten des Arztes angegeben werden, der den letzten (erfolgreichen) Versuch unternahm. Eine weitere Differenzierung war in der Dokumentation nicht möglich.

► **Messung der Intubationsdauer**

Die Messung der Intubationsdauer stellte für das Anästhesie-Team die größte Abweichung von der gewohnten Narkoseeinleitung dar, da sie vom Funktionsdienst parallel zu den üblichen Handgriffen geleistet und in den Arbeitsablauf integriert werden musste. Die protokollgemäße Technik des Zeitnehmens wurde daher in der initialen Studienphase durch den Doktoranden trainiert und überwacht. Trotzdem ist gegenüber Messungen eines unabhängigen Beobachters mit Einschränkungen in der Ergebnisqualität zu rechnen.

4.1.4 Überlegungen zur Datenaufbereitung

► **Definition der schwierigen und erschwerten Intubation**

In den meisten Studien wird eine schwierige Intubation durch eine laryngoskopische Sicht Grad III-IV nach Cormack&Lehane definiert^[73]. Daher wird diese Klassifizierung auch in der vorliegenden Studie als Ergebnisvariable verwendet. Auch mehrfache Intubationsversuche, meist mehr als 2-3, werden von einigen Autoren, sowie der American Society of Anesthesiologists als Definition der schwierigen Intubation verwendet. Dieses kam in zwei unserer Fälle vor, die Fallzahl war damit allerdings zu gering für weitere statistische Betrachtungen.

Als Definition einer "erschwerten" Intubation (als Schwierigkeitsgrad der Intubation, SDI) wurde in der vorliegenden Studie eine Anzahl von Intubationsversuchen > 1 festgelegt. Alle Fälle in denen zusätzliches Material oder Personal eingesetzt wurde, beinhalteten auch mehr als einen Intubationsversuch. Diese zusätzlichen Parameter

waren damit überflüssig und wurden nicht weiter in die statistische Auswertung in SPSS berücksichtigt. Es ist bei den Ergebnissen zu bedenken, dass es viele Gründe geben kann, warum ein Intubationsversuch wiederholt werden muss. Neben falschen oder defekten Materialien können technische Sichtbehinderungen (Fremdkörper, Sekret) oder Lagerungsprobleme eine optimale Einstellung behindern, ohne dass anatomische Gegebenheiten des Patienten dafür ursächlich sind. Die Anästhesisten dieser Studie waren daher angehalten, solche offensichtlichen Fälle nicht als zusätzlichen Intubationsversuch zu zählen.

► Wahl der Gruppen der Vergleichsvariablen

Die gewählten Grenzwerte in den Gruppen der Vergleichsvariablen zur Beurteilung des diagnostischen Wertes geben nur eine von vielen Möglichkeiten der Einteilung wieder. In der Literatur sind eine Vielzahl weiterer Größen beschrieben oder verwendet worden^[47,53,84]. Die für diese Studie ausgesuchten Gruppen sollen einen Kompromiss aus Praxisnähe (beispielsweise Mundöffnung 2-3 Querfinger) und Routine (zum Beispiel Test nach Patil^[60]) darstellen.

► Gruppierung der Qualifikation Arzt

Die Qualifikation Arzt, welche in etwa die bisherige Weiterbildungszeit des Anästhesisten repräsentiert, wurde in drei Gruppen aufgeteilt. Dies entspricht dem Alltag, in dem oft zwischen Anfängern, Fortgeschrittenen und Fachärzten unterschieden wird. Eine dichotome Aufteilung in Anfänger und Fortgeschrittene oder Weiterbildungsassistent und Facharzt wäre aber ebenfalls denkbar. Hierbei ergäben sich verschiedene Betrachtungsweisen, die bei der Interpretation der Ergebnisse zur Qualifikation berücksichtigt werden sollten.

4.1.5 Auswahl der statistischen Methoden

► Gruppierte Perzentilen

Als Lagemaß wurden für alle ordinal skalierten Variablen der gruppierte Median, beziehungsweise gruppierte Perzentilen in SPSS berechnet. Da die Daten aus zu Gruppen zusammengefassten Rohwerten bestanden, konnte so rechnerisch eine bessere Differenzierung erreicht werden. Bei der Interpretation ist aber zu berücksichtigen, dass sich dadurch auch nicht real existierende Zwischenwerte ergeben^[36].

Teilweise war es mit den Algorithmen von SPSS (Version 11.0.4 for Mac OS X) nicht möglich exakte Perzentilen zu errechnen, wenn die Klassenbreite zu klein war oder die

Klassengrenzen nicht real vorkamen. In diesen Fällen wurden die Perzentilen von SPSS als nicht definiert bezeichnet. Für die Ausgabe und für weitere Berechnungen (zum Beispiel des Interquartilsabstands) wurden dann näherungsweise die am nächsten angrenzenden, real existierenden Werte eingesetzt. Die Differenzen der Werte können dadurch geringfügig größer sein, als bei nicht approximierten Daten^[28,85].

► U-Test nach Mann und Whitney

Für alle statistischen Tests, in denen ein Unterschied zwischen zwei unabhängigen Gruppen untersucht werden sollte, wurde der nichtparametrische U-Test nach Mann und Whitney gewählt. Da viele Variablen nur ordinalskaliert vorlagen, und auch die intervallskalierten Variablen nicht durchgängig normalverteilt waren, konnte nur ein verteilungsfreier Test zum Einsatz kommen. Der entscheidende Vorteil lag, neben einer starken Verbreitung in der verglichenen Literatur, in der möglichen Verarbeitung unterschiedlicher Skalenniveaus^[13]. Durch die Berücksichtigung der Rangplätze und nicht der Messwerte selbst ist aber gegenüber einem parametrischen Test mit einer geringeren Effizienz zu rechnen. Zusätzlich muss ein Schärfeverlust des Mann-Whitney U-Tests bei ungleicher Größe der zu vergleichenden Stichproben und bei einer hohen Anzahl geteilter Rangplätze (durch eine begrenzte Anzahl von Kategorien) in Kauf genommen werden^[16].

► Rangkorrelation nach Spearman

Für alle in dieser Studie betrachteten bivariaten Zusammenhänge wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho berechnet, da immer mindestens eine der Variablen ordinalskaliert war^[38,66]. Auch hier lag der große Vorteil in der Unabhängigkeit vom Skalenniveau der zweiten Variablen. In der Regel wurden alle Korrelationen zweiseitig berechnet, da die Stärke des Zusammenhangs sowohl in die eine, wie auch in die andere Richtung beschrieben werden sollte (zum Beispiel je kürzer die Mandibula, desto schwieriger die Intubation und je länger, desto einfacher). Gegenüber einer einseitigen Betrachtung könnten dadurch weniger signifikante Ergebnisse erzielt worden sein.

► Regressionsanalyse

Um die Vorhersagbarkeit der Ergebnisvariablen aus den Vorhersagevariablen zu untersuchen wurde eine Regressionsanalyse mittels binärer logistischer Regression in SPSS durchgeführt. Dieses Verfahren wurde gewählt, da beide Ergebnisvariablen dichotom vorlagen, während die Vergleichsvariablen unterschiedliche Skalenniveaus

aufwiesen. Als Berechnungsmethode wurde eine Vorwärtsselektion unter Überprüfung der Likelihood-Funktion eingestellt, um schrittweise zu überprüfen, ob eine zusätzliche, weniger stark korrelierende Variable die Vorhersage verbessern könnte. Da insgesamt nur wenig signifikante Korrelationen vorlagen und damit auch keine wesentlichen Abhängigkeiten zu erwarten waren, wurde auf weitere Arten der Regressionsanalyse verzichtet^[8,34].

4.1.6 Anmerkungen zum statistischen Analysemodell

Die Verwendung eines mehrstufigen Analysemodells zum Vergleich verschiedener Vorhersageverfahren bedeutet einen nicht unerheblichen Aufwand in der Erstellung. In Anbetracht der oft nur schwach bis mäßig differenzierenden Ergebnisse kann dieser Aufwand im Sinne eines Kosten-Nutzen-Vergleichs diskutiert werden. Möglicherweise ist die methodisch einfache Überprüfung der Korrelation zur Fokussierung auf interessierende Parameter für weiterführende Studien ausreichend. Nachteilig wäre hierbei die nur globale Betrachtung, die keine weiteren Hinweise darauf liefert, in welchen Wertebereichen besonders große Unterschiede oder Gemeinsamkeiten vorliegen, um diagnostisch relevante Werte abzugrenzen.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 Vorhersage der schwierigen Intubation

Eine schwierige Laryngoskopie (Cormack und Lehane Grad IV) ist nach Benumof^[11] in bis zu 4 % der Fälle zu erwarten. Eine erschwerte Intubation mit mehreren Intubationsversuchen in bis zu 18 %. Shiga^[73] ermittelte in einer Metaanalyse eine schwierige Intubation (C&L Grad III-IV) in 7,5 % der Fälle. In den Ergebnissen der vorliegenden Studie fanden sich 5 % der Patienten mit einem C&L Grad III-IV und 13 % mit einem erschwerten SDI, also mehreren Intubationsversuchen. Wenn man berücksichtigt, dass Patienten mit objektiv zu erwartenden Intubationsschwierigkeiten hier im Vorwege ausgeschlossen wurden, entsprechen die Zahlen gut den in der Literatur genannten Bereichen.

In der allgemeinen Betrachtung der Vorhersagevariablen, global über alle Werte hinweg, fanden sich ebenfalls Ergebnisse, die passend in die Studienlage^[7,33,53,61] einzuordnen waren. So fanden sich in den Cormack&Lehane-Gruppen signifikante Unterschiede zu der Samsoon&Young Klassifikation, sowie Tendenzen für eine ungleiche Verteilung beim Kinn-Kehlkopf- und Zahnreihenabstand. Höhere Samsoon&Young Klassen kamen vermehrt bei einer schlechteren laryngoskopischen Sicht vor. Ein Zusammenhang zwischen den beiden Parametern konnte statistisch signifikant nachgewiesen werden, die Korrelation war allerdings nur schwach (+0,15). Aus diesem Grund konnte in der Regressionsrechnung zum gewählten Signifikanzniveau keine Vorhersagegröße ermittelt werden.

► Problem der geringen Aussagekraft

Mit diesem Problem sehen sich viele der Autoren konfrontiert: Die Vorhersage der unerwartet schwierigen Intubation anhand der gebräuchlichen Prädiktoren ist insgesamt unbefriedigend. Keiner der bisher bekannten Faktoren kann eine ausreichend sensitive und spezifische Prognose abgeben. Schwierigkeiten bei der Intubation sind multifaktoriell und einzelne Parameter können nur Hinweise, aber keine ausreichende Diagnosesicherheit geben. Diese Situation kann auch durch die Kombination mehrerer Prädiktoren nicht wesentlich verbessert werden^[33,48,53]. Zusätzlich ist die Varianz in den Ergebnissen verschiedener Studien in Abhängigkeit von untersuchtem Patientenkollekt und angewandtem Studiendesign sehr hoch^[64,73]. Die Methodenvielfalt und die oftmals fehlenden detaillierten Angaben zur Datenerhebung werden besonders bei der Beurteilung der Samsoon&Young-Klassen, beziehungsweise der originären Mallampati-Klassifikation deutlich^[47,57,58].

► Diagnostischer Wert

Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse zu sehen, die bei Aufteilung der Vorhersagevariablen in konkrete Wertegruppen entstanden sind. Bei einem Zahnreihenabstand bis 4 cm ergab sich unter der ROC-Kurve eine Fläche von 0,73 (Sig.<0,05) und bei einer Kinn-Kehlkopf-Distanz bis 6,5 cm von 0,68 (Sig.<0,1) für die Diagnostik der schwierigen Intubation (C&L III-IV). Diese Werte entsprachen als Maß für die Vorhersagekraft sehr gut den gepoolten Werten (0,72 und 0,64) aus der Metaanalyse von Shiga et al.^[73]

Diagnostic Test	No. of Studies Included	No. of Patients	Prevalence of Difficult Intubation (95% CI), %	Pooled Sensitivity (95% CI), %	Pooled Specificity (95% CI), %
Overall population					
Mallampati classification	31	41,193	5.7 (4.4–7.3)*	49 (41–57)*	86 (81–90)*
Thyromental distance	17	29,132	6.5 (4.6–9.1)*	20 (11–29)*	94 (89–99)*
Sternomental distance	3	1,085	5.4 (3.1–9.2)*	62 (37–86)*	82 (67–97)*
Mouth opening	3	20,614	5.6 (2.2–14.5)*	22 (9–35)*	97 (93–100)*
Wilson risk score	5	6,076	4.0 (1.8–9.0)*	46 (36–56)	89 (85–92)
Combination of	5	1,498	6.6 (2.8–15.6)*	36 (14–59)*	87 (74–100)*
Mallampati classification and thyromental distance					
Obstetric subgroup					

Abb. 4.2.a: Ergebnisse der Metaanalyse von Shiga et al 2005 (Ausschnitt)

Bei der Samsoon&Young-Gruppe fand sich ein im Vergleich deutlich niedrigerer, allerdings nicht signifikanter, Wert von 0,61 (Shiga: 0,82). Auffallend war hierbei die sehr viel geringere Sensitivität (33 %, Shiga: 49 %) bei gleichartiger Spezifität (89 %, Shiga: 86 %). Zu den Ergebnissen der hier vorgelegten Studie vergleichbare Werte fanden sich dagegen bei Cattano^[20], der ein ähnliches Untersuchungsprofil mit Ausschluss anamnestischer Intubationshindernisse bei knapp 2000 Patienten angewandt hatte (Sens. 35 %, Spez. 91 %). Ob, oder inwieweit die Ergebnisse dazu in der vorliegenden Untersuchung weniger sensitiv als in anderen Studien sind, muss daher sehr zurückhaltend interpretiert werden. Die Vorauslese der Patienten – Ausschluss objektiver Hindernisse, keine Kopf-Hals-Operationen – mag hier eine Rolle spielen. Auch die Ermittlung der Daten durch nur einen Untersucher kann eine systematische Tendenz bedeuten, ist doch die Einteilung der Samsoon&Young-Klasse nach Wilson^[83] stark vom jeweiligen Arzt abhängig.

► Mandibulalänge kaum von Bedeutung

Der Einfluss der Mandibulalänge scheint deutlich geringer als jener der anderen Variablen zu sein. Insbesondere wenn eine starke Retrognathie, oder andere auffällige

anatomische Abweichungen in diesem Bereich, im Vorwege ausgeschlossen wurden, konnte die Länge des Unterkiefers hier keinen Beitrag zur Vorhersage der schwierigen oder erschwerten Intubation leisten. So wurde die Mandibulalänge vornehmlich auch nur in älteren Studien^[52,60] als Prädiktor für die schwierige Intubation angegeben.

4.2.2 Vorhersage der erschwerten Intubation

Bei der Vorhersage der erschwerten Intubation ergibt sich ein wesentlich homogeneres Bild: Für die Frage, ob der Schwierigkeitsgrad der Intubation (SDI) erhöht ist, der Patient also nicht im ersten Versuch intubiert werden kann, scheint in erster Linie die Mundöffnung von Belang zu sein. Konsistent durch alle Analysen dieser Studie ergaben sich nur für den Zahnreihenabstand signifikante Unterschiede im SDI. Aufgrund der gefundenen positiven Korrelation konnten im Regressionsmodell hochsignifikante Verbesserungen der Vorhersage errechnet werden. Die höchste Wahrscheinlichkeit für eine erschwerte Intubation lag mit einem Zahnreihenabstand von 3 cm bei etwa 40 %.

Vergleichbare Ergebnisse ergaben sich aus der Aufteilung der Vorhersagevariablen in konkrete diagnostische Gruppen. Hier lag die stärkste Sensitivität für einen höheren SDI bei 44 % mit einem Zahnreihenabstand von bis zu 4 cm. Auch die größte Fläche unter der ROC-Kurve fand sich mit 0,61 (Sig. 0,08) beim Zahnreihenabstand bis 4 cm. Die Resultate der anderen Vorhersagevariablen waren von zu vernachlässigender Bedeutung.

► Anwendung des Schwierigkeitsgrads der Intubation

Gebräuchliche Methoden zur Vorhersage der unerwartet schwierigen Intubation lassen sich somit prinzipiell auch auf das Kriterium der erschwerten Intubation anwenden. Gemessen am Zahnreihenabstand scheinen die anderen untersuchten Prädiktoren dabei nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Insgesamt gesehen ist die Vorhersagemöglichkeit einer unerwartet erschwerten Intubation, also eines erfolglosen ersten Intubationsversuchs, eher noch geringer, als die ohnehin schon unzureichende Prognose einer schwierigen Laryngoskopie.

4.2.3 Vergleich der Ergebnisvariablen miteinander

Zwischen den beiden Ergebnisvariablen 'laryngoskopische Sicht nach Cormack&Lehane' und 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' konnte statistisch nur ein sehr geringer Zusammenhang festgestellt werden. Eine schwierige Laryngoskopie musste keine mehrfachen Intubationsversuche bedingen und nicht alle initial zu intubierenden Patienten ließen den Kehlkopf gut einsehen. Dies deckt sich mit Untersuchungen aus der Literatur^[10,82]. Besonders bei einem höheren

Schwierigkeitsgrad der Intubation scheint die Cormack&Lehane-Gruppe III-IV von geringerer Bedeutung zu sein, während es bei einer schlechten laryngoskopischen Sicht deutlich häufiger zu mehreren Intubationsversuchen kommt.

► **Unabhängigkeit von Alter, Geschlecht und Qualifikation**

Beide Ergebnisvariablen waren in der vorliegenden Studie unabhängig vom Alter oder Geschlecht des Patienten. Es gab tendenziell bei beiden Variablen etwas mehr Männer in den schwierigeren Gruppen, sowie eher ältere Patienten in der schwierigen Laryngoskopie und eher jüngere Patienten beim erschwerten SDI. Dies könnte möglicherweise durch eine schlechtere Beweglichkeit der Halswirbelsäule bei häufiger fehlenden Zähnen im Alter zu erklären sein. Eine statistisch signifikante Beeinflussung der Untersuchungen durch das Alter oder das Geschlecht des Patienten konnte jedoch nicht gefunden werden.

Dies traf überraschenderweise auch auf den Ausbildungsstand des Anästhesisten zu. Sowohl bei der Einschätzung der laryngoskopischen Sicht, als auch bei der Anzahl initial erfolgreicher Intubationsversuche gab es statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede zwischen einem Facharzt, Assistenzarzt oder Arzt im Praktikum. Bei schwieriger Sicht nach Cormack&Lehane stieg der Anteil der Fachärzte etwas an, was dadurch begründet sein könnte, dass in solchen Fällen in der Praxis öfters ein erfahrener Kollege hinzugezogen wird. Im Gegensatz dazu gab es in der Gruppe der Patienten, die nicht im ersten Versuch intubiert werden konnten einen leicht höheren Anteil an Nicht-Fachärzten. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Qualifikation des Arztes und der Einteilung der Ergebnisvariablen fand sich jedoch in beiden Fällen nicht.

► **Limitierungen des Schwierigkeitsgrads der Intubation**

In diesem Zusammenhang ist allerdings zu beachten, dass mit dem 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' in der vorliegenden Studie allein der Sachverhalt beschrieben wird, ob ein Patient im *ersten* Versuch erfolgreich zu intubieren ist oder nicht. Aufgrund des Studiendesigns konnte weder zwischen weiteren erfolglosen Intubationsversuchen differenziert werden, noch konnte die für die Patientenbehandlung viel wesentlichere Frage untersucht werden, ob eine *unmögliche* konventionelle Intubation vorauszusagen ist. Für dieses extrem seltene Ereignis^[9] sind die Fallzahlen in den einzelnen Subgruppen zu gering, zumal Patienten mit bekannten Intubationshindernissen bereits im Vorfeld ausgeschlossen waren.

Zusätzlich bleibt auch zu diskutieren, ob die laryngoskopische Sicht nach Cormack&Lehane Grad III-IV als Definition der schwierigen Intubation wirklich eine

geeignete Kenngröße ist. Im Gegensatz zur fachspezifischen Literatur^[73], in der dieser Parameter in fast allen Studien zur schwierigen Intubation Verwendung findet, haben sich die medizinischen Fachgesellschaften bereits auf klinisch relevantere Faktoren festgelegt^[3,4,14]. Die Notwendigkeit zusätzliches Personal oder besonderes Material hinzuzuziehen, mehr als drei konventionelle Intubationsversuche zu unternehmen oder länger als 10 Minuten für die erfolgreiche Intubation zu benötigen sind Kriterien, die in der Praxis eine erhebliche Rolle spielen. Es wäre wünschenswert, wenn diese Faktoren zukünftig auch in der Wissenschaft häufiger Verwendung fänden.

4.2.4 Vergleich mit dem subjektiven Eindruck

Der subjektive Eindruck einer "erschwertten Intubation" wurde häufiger beschrieben, als es die 'Cormack&Lehane-Gruppe' oder der 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' vermuten ließen. Dabei waren etwa 20 % der schwierigeren Gruppen subjektiv gar nicht als solche wahrgenommen worden. 18 % der als problemlos geltenden C&L Gruppe I-II wurden trotzdem als subjektiv erschwert beschrieben, während dies nur auf 13 % der Patienten zutraf, die bereits im ersten Versuch erfolgreich intubiert werden konnten. Diese Ergebnisse waren statistisch hochsignifikant. Es muss daher unterstellt werden, dass nicht alle Faktoren, die eine Intubation als erschwert erscheinen lassen, durch die beiden Ergebnisvariablen erfasst werden. Der 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' scheint jedoch gegenüber der laryngoskopischen Sicht etwas besser geeignet, das subjektive Empfinden abzubilden.

Ein Unterschied zwischen den verschiedenen Qualifikationsgruppen der Ärzte ergab sich dabei auch für den subjektiven Eindruck kaum. Es zeigte sich zwar eine leichte Tendenz dafür, dass Anfänger die Intubation im Vergleich zu Fachärzten etwas häufiger als schwierig empfanden, ein statistisch signifikanter Zusammenhang konnte aber nicht nachgewiesen werden. Dieses deckt sich mit den Ergebnissen der eigentlichen Ergebnisvariablen, die ebenfalls von der Qualifikation des Arztes unabhängig sind.

4.2.5 Intubationsdauer

Ein weiterer Nebenaspekt dieser Studie war die Untersuchung der Dauer des Intubationsvorgangs in Abhängigkeit von den Ergebnisvariablen. So konnte festgestellt werden, dass eine erfolgreiche Intubation etwa eine halbe Minute dauerte und auch bei schlechter laryngoskopischer Sicht (C&L III-IV) nicht signifikant mehr Zeit in Anspruch nahm als bei guter Sicht. Besonders die länger dauernden Intubationsversuche zeigten sich dabei unabhängig von der Cormack&Lehane Klassifikation. Der 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' zeigte deutliche Unterschiede in der Intubationsdauer, was nicht überraschend war, da er über die Anzahl der

Intubationsversuche definiert wurde. Eine Intubation dauerte auch hier im Schnitt 20-30 Sekunden und verlängerte sich bei einem erschwerten SDI ungefähr auf das Doppelte.

Wie bereits beschrieben, war die exakte Messung dieser Zeiten im Einzelfall sicherlich nicht immer valide möglich. Auch muss angemerkt werden, dass in drei Fällen, darunter eine schwierige Intubation (C&L III-IV und SDI erschwert), die Dauer nicht dokumentiert wurde. Dieses muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Ein ebenfalls hochsignifikanter Zusammenhang ergab sich schließlich zwischen der Intubationsdauer und der Qualifikation des Arztes. Während die Ergebnisvariablen von der Berufserfahrung im Wesentlichen unabhängig waren, ergab sich für die Dauer der Intubation, dass Fachärzte 25-50 % weniger Zeit benötigten, als dies bei Assistenzärzten und Ärzten im Praktikum der Fall war. Da zwischen den letzten beiden Gruppen kein Unterschied bestand, könnte man auch für bisherige Interpretationen ableiten, dass eine Unterscheidung in der Berufserfahrung nur zwischen Facharzt und Nicht-Facharzt sinnvoll ist.

4.3 Schlussfolgerungen

- ▶ Die Vorhersage der unerwartet schwierigen Intubation stellt auch heute noch ein ungelöstes und hochaktuelles Problem dar. Keine der bisher bekannten Prädiktoren konnten eine ausreichend sichere und zufriedenstellend richtige Prognose ermöglichen.
- ▶ Gebräuchliche Methoden zur Vorhersage der schwierigen Laryngoskopie können auch für die Vorhersage der im Sinne mehrerer Intubationsversuche "erschwerten Intubation" verwendet werden, die Vorhersagegüte ist allerdings noch geringer. Dafür scheint der 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' ein klein wenig besser geeignet, den subjektiven Eindruck abzubilden und einen leicht erhöhten Aufwand anzuzeigen.
- ▶ Die Frage, ob ein Patient schwierig zu laryngoskopieren oder im ersten Versuch zu intubieren ist, hängt kaum von der Qualifikation des Arztes ab. Dafür intubiert der Facharzt in der Regel doppelt so schnell wie der Berufsanfänger.
- ▶ Für den Anästhesisten sollte bei der Begutachtung eines Patienten zur Intubation weniger die Sensitivität oder Spezifität einzelner Parameter, als vielmehr die Beurteilung des Gesamtbildes eine Rolle spielen. Vielleicht mit einer besonderen Sensibilität für die Mundöffnung.

5 Zusammenfassung

5.1 Kurzbeschreibung der Studie

Die endotracheale Intubation ist ein Routineverfahren zur Sicherung der Atemwege während einer Narkose. Unerwartete Schwierigkeiten sind dabei selten, können für den Patienten aber potenziell gefährlich werden. In der Praxis werden daher verschiedene Verfahren zur Ermittlung von Risikofaktoren der schwierigen Intubation angewendet, deren Zuverlässigkeit in der Vorhersage aber meistens nur unbefriedigend ist.

Als Kriterium für eine schwierige Intubation wird in der Literatur im Allgemeinen die eingeschränkte laryngoskopische Sicht vom Grad III-IV nach Cormack und Lehane definiert. In dieser Studie wird zusätzlich eine "erschwerte" Intubation betrachtet. Als erschwert wird hierbei die Intubation angesehen, die nicht im ersten Versuch gelingt; unabhängig von der laryngoskopischen Sicht. Es wird untersucht, ob gebräuchliche Methoden zur Vorhersage der schwierigen Intubation auch auf das Kriterium der erschwerten Intubation anzuwenden sind.

Nach einem prospektiven, randomisierten und doppelblinden Protokoll sind im Rahmen elektiver Eingriffe 175 unfallchirurgische und orthopädische Patienten untersucht worden, bei denen keine offensichtlichen Intubationshindernisse bekannt waren. Vor der Narkose wurden vom Doktoranden die oropharyngeale Sicht nach Samsoon und Young, der Zahnreihenabstand, die Kinn-Kehlkopf-Distanz und die Mandibulalänge bestimmt. Während der Narkoseeinleitung wurden durch den Anästhesisten die laryngoskopische Sicht nach Cormack und Lehane, die Anzahl der Intubationsversuche, der subjektive Eindruck der Intubationsschwierigkeiten und die Intubationsdauer dokumentiert. Die ermittelten Werte wurden anschließend in einem mehrstufigen statistischen Modell auf Unterschiede und Zusammenhänge hin überprüft. Um einen konkreten diagnostischen Wert der Vorhersageparameter ermitteln zu können, wurden diese zusätzlich in Wertegruppen aufgeteilt und anhand ihrer Sensitivität und Spezifität beurteilt.

Von 175 Patienten (55 % Männer) im Alter zwischen 18 und 86 Jahren, waren 9 (5 %) schlecht laryngoskopisch einzustellen (Cormack III-IV), und 23 (13 %) nicht im ersten Versuch zu intubieren.

In der Cormack&Lehane-Gruppe III-IV gibt es im Vergleich zur Gruppe I-II signifikant mehr Patienten mit höheren Samsoon&Young-Klassen, sowie Tendenzen für kleinere Zahnreihen- und Kinn-Kehlkopf-Abstände. Die Korrelationen der Vorhersageparameter

mit der Cormack&Lehane-Gruppe sind allerdings schwach. In der Gruppe des erhöhten Schwierigkeitsgrads der Intubation (SDI), der die "erschwerte" Intubation kennzeichnet, gibt es nur beim Zahnreihenabstand nennenswerte Unterschiede in Verteilung und mittlerer Tendenz. Die Mundöffnung ist im Vergleich zur Gruppe "leicht" geringer, die Korrelation mit dem SDI aber auch hier nur mäßig.

Nach Aufteilung der Vorhersageparameter auf konkrete Wertegruppen ergibt sich für die Vorhersage der schwierigen Intubation (Cormack III-IV) ein ähnliches Bild, das sich in weiten Teilen gut mit den Feststellungen anderer Autoren deckt. Für die Vorhersage der erschwerten Intubation ist wiederum fast ausschließlich der geringere Zahnreihenabstand von prognostischer Bedeutung. Die Sensitivität aller Parameter ist dabei sowohl für die schwierige, als auch für die erschwerte Intubation nur gering. Die Mandibulalänge kann in der gewählten Aufteilung für keine der beiden Ergebnisvariablen eine Vorhersage begünstigen.

Der statistische Zusammenhang zwischen einer schwierigen und einer erschwerten Intubation ist nur schwach ausgeprägt. Der 'Schwierigkeitsgrad der Intubation' scheint aber etwas besser geeignet zu sein, um den subjektiven Eindruck abzubilden. So können 65 % der als subjektiv erschwert beschriebenen Intubationen durch einen höheren SDI, aber nur 25 % durch eine schlechtere laryngoskopische Sicht erklärt werden.

Interessant dabei ist, dass weder der subjektive Eindruck, noch die Ergebnisvariablen selber in ihren Ausprägungen von der Qualifikation des Arztes abhängig sind. Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen bei Fachärzten und Nicht-Fachärzten. Lediglich in der Intubationsdauer gibt es Abweichungen: Benötigt der Assistent noch 20 bis 75 Sekunden für einen Intubationsversuch, so kommt der Facharzt mit 10 bis 45 Sekunden aus. Der erfahrene Anästhesist scheint also die gleichen Schwierigkeiten wie der jüngere Kollege zu haben, er kann sie aber schneller lösen.

Aus den Ergebnissen lässt sich somit schließen, dass die gebräuchlichen Verfahren zur Vorhersage der schwierigen Intubation prinzipiell auch auf die "erschwerte" Intubation angewendet werden können. Der Stellenwert der Mundöffnung scheint dabei besonders groß zu sein, der diagnostische Wert ist allerdings noch schwächer als der für die Vorhersage der schwierigen Intubation.

5.1.1 Schlüsselwörter

Vorhersage, erschwerte endotracheale Intubation, unerwartet schwierige Intubation, schwierige Laryngoskopie, Cormack und Lehane, Mallampati, Samsoon und Young, Kinn-Kehlkopf-Distanz, Zahnreihenabstand, Mundöffnung, Mandibulalänge, Subjektiver Eindruck, Intubationsdauer, Qualifikation des Arztes.

5.2 Abstract

Prediction of unexpected difficult endotracheal intubation is a common but unresolved problem. In literature difficult intubation is often defined by the laryngoscopic view, classified by Cormack and Lehane. In this study we also consider an "aggravated" intubation, classified as "Severity Degree of Intubation" (SDI). We define an intubation as aggravated when more than one intubation attempt is necessary. This paper explores the question whether usual methods of predicting difficult intubation can also be applied to predict aggravated intubation.

For this purpose 175 patients without known intubation obstructions, undergoing elective trauma surgery, were evaluated using a prospective randomized and double-blinded protocol. The oropharyngeal view classified by Samsoon and Young, the length of the mandible, the thyromental distance and the interincisor gap were measured before the operation. The laryngoscopic view classified by Cormack and Lehane, the number of intubation attempts, the subjective impression and the intubation time were recorded during induction of general anesthesia.

9 patients (5 %) had a laryngoscopic view graded Cormack III-IV. In 23 cases (13 %) more than one intubation attempt was necessary. There are significant more patients with Samsoon and Young class III-IV within the Cormack and Lehane group III-IV. There is also a trend towards smaller mouth opening and shorter thyromental distance. In the aggravated SDI group only the mouth opening is determining for more than one intubation attempt. The actual diagnostic value of all predictive variables is low, with best results for small mouth opening in both result groups. Correlation between both result groups is weak. The SDI seems to be slightly more appropriate to represent the subjective impression. Neither subjective impression, nor outcome variables are depending on the qualification of a physician. Only the intubation time is depending on medical training. Apparently a specialist has same problems as a resident, but is able to solve them faster.

We consider common methods of predicting difficult intubation also to be applicable to predict aggravated intubation. Mouth opening seems to have a special importance, but the diagnostic value for prediction of the aggravated intubation is still less useful compared to prediction of the difficult intubation.

5.2.1 Keywords

Prediction, unexpected difficult endotracheal intubation, Cormack, Mallampati, Samsoon, thyromental distance, interincisor gap, mouth opening, length of the mandible, subjective impression, intubation time, qualification

6 Anhang

6.1 Dokumentationsbögen

6.1.1 Informationsblatt

KLINIKUM DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG Interdisziplinäres Med. Zentrum	
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin Leiter: Prof. Dr. med. H. Lennartz	Baldingerstraße D - 35043 Marburg Tel. 06421-285980
Studie: "Welche Verfahren sind zur Vorhersage der schwierigen Intubation geeignet?" Projektleiter: Dr. med. Walter Höltermann	
<u>Information für Patienten</u>	
<p>Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,</p> <p>bei Ihnen ist eine Behandlung oder Untersuchung geplant, während der sie eine Vollnarkose erhalten. Dabei wird ein Beatmungsschlauch (Tubus) durch den Mund in Ihre Luftröhre geführt (Intubation). Dieses Verfahren ist Routine und wird täglich hundertfach durchgeführt. Ihr betreuender Narkosearzt hat Sie darüber bereits informiert.</p> <p>Obwohl es bei diesem Verfahren nur sehr selten zu Komplikationen kommt, sind wir stets bemüht, das Risiko weiter zu vermindern. Aus diesem Grund bitten wir Sie an einer Studie teilzunehmen, die die Vorhersage von Schwierigkeiten bei der Intubation zu verbessern sucht.</p> <p>Dabei wird in einer zusätzlichen Untersuchung Ihre Mundhöhle angeschaut und mit einem einfachen Zentimetermaß die Länge Ihres Unterkiefers, sowie der Abstand zwischen den Zähnen des Ober- und Unterkiefers gemessen. Dazu müssen Sie den Mund so weit wie möglich öffnen und die Zunge herausstrecken. Weiterhin wird der Abstand zwischen Kehlkopf und Kinn gemessen, während Sie Ihren Kopf so weit es geht in den Nacken legen. Die Untersuchung wird im Anschluß an die Visite des Narkosearztes in Ihrem Zimmer durchgeführt und dauert in der Regel nur wenige Minuten.</p> <p>Während der Operationsvorbereitung wird der Narkosearzt - für Sie unbemerkt - beurteilen, wie leicht oder schwer Ihre Intubation war. Er braucht hierfür keine zusätzlichen Eingriffe durchzuführen. Daher haben Sie bei diesen Untersuchungen auch keine außergewöhnlichen Risiken zu befürchten.</p> <p>Ihre Meßwerte und Personendaten werden gesondert zur Krankenakte gespeichert. Die Auswertung der Ergebnisse geschieht dann vollständig anonymisiert. Die Zuordnung zu Ihren persönlichen Daten wird mit Abschluß der Studie gelöscht.</p> <p>Sie können Ihre Zustimmung jederzeit - auch nach Beginn der Untersuchungen - ohne Angabe von Gründen widerrufen. Daraus werden Ihnen selbstverständlich keine Nachteile entstehen.</p> <p>Fragen Sie bitte Ihren Untersucher, wenn Sie etwas nicht verstanden haben oder weitere Informationen wünschen. Bitte nehmen Sie dieses Informationsblatt zu Ihren Unterlagen.</p> <p>Vielen Dank.</p>	

Abb. 6.1.a: Informationsblatt für den Patienten

6.1.2 Schlüsselliste

Codenummer <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	Anfangs- buchstaben <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>
KLINIKUM DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG Interdisziplinäres Med. Zentrum Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin Leiter: Prof. Dr. med. H. Lennartz	
Baldingerstraße D - 35043 Marburg Tel. 06421-285980	
Studie: "Welche Verfahren sind zur Vorhersage der schwierigen Intubation geeignet?" Projektleiter: Dr. med. Walter Höltermann	
<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; font-size: 24px; font-weight: bold; letter-spacing: 5px;"> S C H L Ü S S E L L I S T E </div>	
Patienten etikett	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 80%; margin: 0 auto;"> Name Vorname Geburtstag PID-Nr. </div>	
<u>Einverständniserklärung</u>	
Hiermit stimme ich der Teilnahme an oben genanntem Projekt, einschließlich aller notwendigen Untersuchungen und Maßnahmen zu. Ich bestätige, daß ich die Information für Patienten zu genannter Studie erhalten, gelesen und verstanden habe. Ich hatte ausreichend Bedenkzeit und meine Fragen konnten vollständig beantwortet werden. Mit der zweckgebundenen Speicherung meiner Daten bin ich einverstanden.	
Marburg, den <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div> Datum	<div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div> Unterschrift Patient / Sorgeberechtigter
Voruntersuchung <input type="checkbox"/> Narkoseuntersuchung <input type="checkbox"/>	

Abb. 6.1.b: Schlüsselliste zur Patientenidentifikation

6.1.3 Untersuchungsbogen I

KLINIKUM DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG Interdisziplinäres Med. Zentrum			
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin Leiter: Prof. Dr. med. H. Lennartz		Baldingerstraße D - 35043 Marburg Tel. 06421-285980	
Studie: "Welche Verfahren sind zur Vorhersage der schwierigen Intubation geeignet?" Projektleiter: Dr. med. Walter Höltermann			
Patientenuntersuchung I - Voruntersuchung			
Codenummer _____	Datum _____		
Station _____	Zimmer _____		
Patient wurde aufgeklärt und ist mit der Teilnahme einverstanden? ja <input type="checkbox"/>			
<i>Alle Untersuchungen finden am liegenden Patienten statt.</i>			
1. Alter (Jahre) _____	2. Geschlecht männlich <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> intersex <input type="checkbox"/>		
3. Einteilung nach Samsoon & Young: <small>Modifizierter Mallampati-Score. Sichtbarkeit der Oropharynx-Strukturen bei maximal geöffnetem Mund und maximal vorgestreckter Zunge</small>			
S&Y-1 <input type="checkbox"/>	S&Y-2 <input type="checkbox"/>	S&Y-3 <input type="checkbox"/>	S&Y-4 <input type="checkbox"/>
<small>Welcher Gaumen, vorderer Gaumenbogen, Uvula und hinterer Gaumenbogen sichtbar.</small>	<small>Welcher Gaumen, vorderer Gaumenbogen und Uvula sichtbar.</small>	<small>Welcher Gaumen und Basis der Uvula sichtbar.</small>	<small>Welcher Gaumen nicht sichtbar.</small>
4. Mandibulalänge (Zentimeter): <small>Kinnspitze bis Angulus mandibulae</small>		_____	
5. Kinn-Kehlkopf-Distanz (Zentimeter): <small>Mandibulaspitze bis Cartilago thyroidea bei maximaler Reklination des Kopfes</small>		_____	
6. Zahnreihenabstand (Zentimeter): <small>Zwischen Schneidezähnen, bzw. Gaumen bei maximaler Mundöffnung</small>		_____	
Eingegeben: _____			

Abb. 6.1.c: Dokumentationsbogen der Voruntersuchung

6.1.4 Untersuchungsbogen II

KLINIKUM DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG Interdisziplinäres Med. Zentrum					
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin Leiter: Prof. Dr. med. H. Lennartz	Baldingerstraße D - 35043 Marburg Tel. 06421-285980				
Studie: "Welche Verfahren sind zur Vorhersage der schwierigen Intubation geeignet?" Projektleiter: Dr. med. Walter Höltermann					
Patientenuntersuchung II - Narkoseuntersuchung					
Codenummer _____	OP-Saal Nr. _____ Datum _____ Anästhesist _____				
<input type="radio"/>	Wurde eine orale Intubation (keine Larynxmaske!) durchgeführt? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>				
Hinweis: Bitte Zeit messen!					
vom Weglegen der Beatmungsmaske bis zur ersten Beatmung über den richtig liegenden Tubus					
<input type="radio"/>	1. Laryngoskopische Sicht nach Cormack&Lehane : welche anatomischen Strukturen sind nach Spateleinstellung sichtbar <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="text-align: center;">C&L-1 <input type="checkbox"/> Stimmbänder sichtbar</td> <td style="text-align: center;">C&L-2 <input type="checkbox"/> Nur Aryhöcker sichtbar</td> <td style="text-align: center;">C&L-3 <input type="checkbox"/> Nur Epiglottis sichtbar</td> <td style="text-align: center;">C&L-4 <input type="checkbox"/> Nur Zunge sichtbar</td> </tr> </table>	C&L-1 <input type="checkbox"/> Stimmbänder sichtbar	C&L-2 <input type="checkbox"/> Nur Aryhöcker sichtbar	C&L-3 <input type="checkbox"/> Nur Epiglottis sichtbar	C&L-4 <input type="checkbox"/> Nur Zunge sichtbar
C&L-1 <input type="checkbox"/> Stimmbänder sichtbar	C&L-2 <input type="checkbox"/> Nur Aryhöcker sichtbar	C&L-3 <input type="checkbox"/> Nur Epiglottis sichtbar	C&L-4 <input type="checkbox"/> Nur Zunge sichtbar		
<input type="radio"/>	2. Wieviele Intubationsversuche wurden durchgeführt? es zählen abgebrochene Versuche, oder Wiederholungen z.B. wegen falsch liegendem Tubus <div style="text-align: right;">_____</div>				
	3. Mußte zusätzliches Material benutzt werden? z.B. Führungsstab, besonderer Spatel oder anderer Tubus ... ja <input type="checkbox"/>				
	4. Mußte zusätzliches ärztliches Personal hinzugezogen werden? z.B. zweiter Kollege oder Oberarzt ... ja <input type="checkbox"/>				
	5. Dauer der Intubation in "Minuten : Sekunden" vom Weglegen der Beatmungsmaske bis zur ersten erfolgreichen Beatmung über den richtig liegenden Tubus <div style="text-align: right;">_____</div>				
	6. Subjektive Beurteilung: "Die Intubation war ..." leicht <input type="checkbox"/> erschwert <input type="checkbox"/>				
Vielen Dank !					
Beobachter <input type="checkbox"/>	Eingegeben: _____				

Abb. 6.1.d: Dokumentationsbogen der Narkoseuntersuchung

6.2 Benutzeroberfläche FileMaker Datenbank

DrA_Daten(175.6d)

Klinikum der Philipps-Universität Marburg
Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin

Studie: „Welche Verfahren sind zur Vorhersage der schwierigen Intubation geeignet?“
Projektleiter: Dr. med. Walter Höltermann

Lfd.Nr. **147**

Alter **60** Geschlecht ☐ männlich (1) ☒ weiblich (2) ☐ keine Angabe! (0) 2

Keine U2! ☐ Ja (1) Kieferluxation vor 3 Monaten!

Keine Einwilligung! ☐ Ja (1)

Ileus-Einleitung! ☐ Ja (1)

Angaben unvollständig! ☐ Ja (1)

Sonstige Gründe: ☒ Ja (1)

Samsoon/Young ☐ S&Y-1 (1) ☒ S&Y-2 (2) ☐ S&Y-3 (3) ☐ S&Y-4 (4) ☐ keine Angabe! (0) 2

Mandibulalänge [cm] **11,5**

Zahnreih.abst. [cm] **5**

KinnKehlkpf.Dist. [cm] **4**

Arzt ☐ AiP (1) ☐ 3. Jahr (4) ☐ >5. Jahr (7) ☐ keine Angabe! (0) 8

☐ 1. Jahr (2) ☐ 4. Jahr (5) ☒ Facharzt (8) **3**

☐ 2. Jahr (3) ☐ 5. Jahr (6) ☐ Oberarzt (9)

Cormack/Lehane ☐ C&L-1 (1) ☒ C&L-2 (2) ☐ C&L-3 (3) ☐ C&L-4 (4) ☐ keine Angabe! (0) 2

Anzahl ITN **1**

Dauer [sek] **26**

Subjektiv ☒ leicht (1) ☐ erschwert (2) ☐ keine Angabe! (0) 1

Cormack&Lehane-Gruppe: Grad I-II **SDI-Gruppe: leicht**

Design & Programmierung ©1998 Wikhart Reip

Abb. 6.2.a: Bildschirmfoto der FileMaker Benutzeroberfläche

6.3 Verwendete Abkürzungen

-2LL	negative doppelte Wert des Logarithmus der Likelihood-Funktion
AiP	Arzt im Praktikum
Area	Fläche unter der ROC-Kurve
C&L	Cormack und Lehane
et al.	und andere
IQR	Interquartilsrange (Interquartilsabstand)
KKD	Kinn-Kehlkopf-Distanz
Korr.	Korrelationskoeffizient
ML	Mandibulalänge
n.s.	nicht signifikant
PJ	Praktisches Jahr
ROC	Receiver Operating Characteristic
RSI	Rapid Sequence Induction
S&Y	Samsoon und Young
SDI	Schwierigkeitsgrad der Intubation
Sens.	Sensitivität
Sig.	Signifikanzniveau
Spez.	Spezifität
subj.	subjektiv
ZRA	Zahnreihenabstand

6.4 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1.2.a: Endotracheale Intubation (modifiziert nach Liu,P.)	10
Abb. 1.2.b: Einteilung der laryngoskopischen Sicht nach Cormack und Lehane	11
Abb. 1.3.a: Einteilung der oropharyngealen Sicht nach Mallampati (Klasse I und III)	15
Abb. 2.3.a: Einteilung der oropharyngealen Sicht nach Samsoon und Young	22
Abb. 2.3.b: Messung Zahnreihenabstand (nach Scielo.br)	22
Abb. 2.3.c: Messung Kinn-Kehlkopf-Distanz (nach Liu, P.)	23
Abb. 2.3.d: Messung Mandibulalänge (nach Liu, P.)	23
Abb. 2.4.a: Einteilung der laryngoskopischen Sicht nach Cormack und Lehane	24
Abb. 3.1.a: Lagemaße und Histogramm Alter	46
Abb. 3.1.b: Lagemaße und Diagramm Geschlecht	46
Abb. 3.1.c: Lagemaße und Diagramm Samsoon&Young-Gruppe	47
Abb. 3.1.d: Lagemaße und Histogramm Mandibulalänge	47
Abb. 3.1.e: Lagemaße und Histogramm KinnKehlkopfDistanz	48
Abb. 3.1.f: Lagemaße und Histogramm ZahnreihenAbstand	48
Abb. 3.1.g: Lagemaße und Diagramm Cormack&Lehane-Gruppe	49
Abb. 3.1.h: Lagemaße und Diagramm Schwierigkeitsgrad der Intubation	49
Abb. 3.1.i: Lagemaße und Diagramm Qualifikationsgruppe Arzt	50
Abb. 3.1.j: Lagemaße und Histogramm Dauer der Intubation	50
Abb. 3.1.k: Lagemaße und Diagramm Subjektiver Eindruck Arzt	51
Abb. 3.1.l: Test auf Abweichung von der Normalverteilung	51
Abb. 3.2.a: C&L Gruppenunterschiede Samsoon&Young-Gruppe	52
Abb. 3.2.b: C&L Gruppenunterschiede MandibulaLänge	53
Abb. 3.2.c: C&L Gruppenunterschiede KinnKehlkopfDistanz	54
Abb. 3.2.d: C&L Gruppenunterschiede ZahnreihenAbstand	55
Abb. 3.2.e: SDI Gruppenunterschiede Samsoon&Young-Gruppe	56
Abb. 3.2.f: SDI Gruppenunterschiede MandibulaLänge	57
Abb. 3.2.g: SDI Gruppenunterschiede KinnKehlkopfDistanz	58
Abb. 3.2.h: SDI Gruppenunterschiede ZahnreihenAbstand	59
Abb. 3.3.a: C&L Korrelationen der Vorhersagevariablen	60
Abb. 3.3.b: SDI Korrelationen der Vorhersagevariablen	61
Abb. 3.4.a: Binäre logistische Regressionsanalyse C&L – Beginning Block	62

Abb. 3.4.b: Binäre logistische Regressionsanalyse C&L – Block 1	63
Abb. 3.4.c: Binäre logistische Regressionsanalyse SDI – Beginning Block	65
Abb. 3.4.d: Binäre logistische Regressionsanalyse SDI – Block 1	66
Abb. 3.5.a: Sensitivität und Spezifität für die Vorhersage der C&L Gruppe III-IV	67
Abb. 3.5.b: Flächen unter der ROC-Kurve für die Vorhersage der C&L Gruppe III-IV	68
Abb. 3.5.c: ROC-Kurven für die Vorhersage der C&L Gruppe III-IV	69
Abb. 3.5.d: Sensitivität und Spezifität für die Vorhersage des SDI erschwert	70
Abb. 3.5.e: Flächen unter der ROC-Kurve für die Vorhersage des SDI erschwert	71
Abb. 3.5.f: ROC-Kurven für die Vorhersage des SDI erschwert	72
Abb. 3.6.a: Prozentuale Häufigkeiten beider Ergebnisvariablen	74
Abb. 3.6.b: Prozentuale Anteil beider Ergebnisvariablen	74
Abb. 3.6.c: Test auf Gruppenunterschiede der Ergebnisvariablen	75
Abb. 3.6.d: Korrelationen der Ergebnisvariablen	75
Abb. 3.7.a: C&L Unabhängigkeit vom Alter	76
Abb. 3.7.b: C&L Unabhängigkeit vom Geschlecht	77
Abb. 3.7.c: C&L Unabhängigkeit von der Qualifikationsgruppe Arzt	77
Abb. 3.7.d: U-Test auf Unterschiede in den C&L Gruppen	78
Abb. 3.7.e: Korrelationen mit der C&L Gruppe	78
Abb. 3.7.f: SDI Unabhängigkeit vom Alter	79
Abb. 3.7.g: SDI Unabhängigkeit vom Geschlecht	80
Abb. 3.7.h: SDI Unabhängigkeit von der Qualifikationsgruppe Arzt	80
Abb. 3.7.i: U-Test auf Unterschiede in den SDI-Gruppen	81
Abb. 3.7.j: Korrelationen mit dem SDI	81
Abb. 3.8.a: Subjektiver Eindruck und Cormack&Lehane-Gruppe	83
Abb. 3.8.b: Subjektiver Eindruck und Schwierigkeitsgrad der Intubation	83
Abb. 3.8.c: U-Test auf Gruppenunterschiede beim Subjektiven Eindruck Arzt	84
Abb. 3.8.d: Korrelationen mit Subjektivem Eindruck	84
Abb. 3.8.e: Subjektiver Eindruck aufgeschlüsselt nach der Qualifikationsgruppe Arzt	85
Abb. 3.8.f: U-Test auf Unterschiede in der Qualifikationsgruppe Arzt	85
Abb. 3.8.g: Korrelation zwischen Subjektivem Eindruck und Qualifikationsgruppe Arzt	86
Abb. 3.9.a: Zeitunterschiede in den Cormack&Lehane-Gruppen	87
Abb. 3.9.b: Zeitunterschiede in den Gruppen des Schwierigkeitsgrads der Intubation	88
Abb. 3.9.c: Korrelationen zur Dauer der Intubation	89
Abb. 3.9.d: Dauer der Intubation in den Qualifikationsgruppen Arzt	90

Abb. 3.9.e: U-Tests auf Unterschiede in der Dauer der Intubation	91
Abb. 4.2.a: Ergebnisse der Metaanalyse von Shiga et al 2005 (Ausschnitt)	102
Abb. 6.1.a: Informationsblatt für den Patienten	111
Abb. 6.1.b: Schlüsselliste zur Patientenidentifikation	112
Abb. 6.1.c: Dokumentationsbogen der Voruntersuchung	113
Abb. 6.1.d: Dokumentationsbogen der Narkoseuntersuchung	114
Abb. 6.2.a: Bildschirmfoto der FileMaker Benutzeroberfläche	115
Tab. 2.6.a: Variablen in SPSS	30
Tab. 2.7.a: Vergleichsvariablen	37
Tab. 3.6.a: Kreuztabelle beider Ergebnisvariablen	73

6.5 Alphabetisches Literaturverzeichnis

- [1] Adnet F, Borron SW, Racine SX, et al. The intubation difficulty scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology*. Dec 1997;87(6):1290-1297.
- [2] Adnet F, Racine SX, Borron SW, et al. A survey of tracheal intubation difficulty in the operating room: a prospective observational study. *Acta Anaesthesiol Scand*. Mar 2001;45(3):327-332.
- [3] ASA. Practice guidelines for management of the difficult airway. A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. Mar 1993;78(3):597-602.
- [4] ASA. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. May 2003;98(5):1269-1277.
- [5] Ayoub C, Baraka A, el-Khatib M, Muallem M, Kawkabani N, Soueide A. A new cut-off point of thyromental distance for prediction of difficult airway. *Middle East J Anaesthesiol*. Oct 2000;15(6):619-633.
- [6] Ayuso MA, Sala X, Luis M, Carbo JM. Predicting difficult orotracheal intubation in pharyngo-laryngeal disease: preliminary results of a composite index. *Can J Anaesth*. Jan 2003;50(1):81-85.
- [7] Bellhouse CP. Prediction of difficult tracheal intubation. *Br J Anaesth*. Apr 1995;74(4):490.
- [8] Bender R, Grouven U. Ordinal logistic regression in medical research. *J R Coll Physic*. 1997(31):546-551.
- [9] Benumof JL. Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology*. Dec 1991;75(6):1087-1110.
- [10] Benumof JL. Difficult laryngoscopy: obtaining the best view. *Can J Anaesth*. May 1994;41(5 Pt 1):361-365.
- [11] Benumof JL. Prediction of difficult intubation. *Acta Anaesthesiol Scand*. Oct 1998;42(9):1128.
- [12] Biro P, Moe KS. Emergency transtracheal jet ventilation in high grade airway obstruction. *J Clin Anesth*. Nov 1997;9(7):604-607.
- [13] Bortz J, Lienert G. *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*. 3. ed: Springer; 2008.

- [14] Braun U GK, Hemoel V, Krier C. Airway Management. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh. Intensivmed.* 2004; 45 (2004)(5):302-306.
- [15] Braun U, Goldmann K, Hemoel V, Krier C. Airway Management. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh. Intensivmed.* 2004; 45 (2004)(5):302-306.
- [16] Bühl A, Zöfel P. *SPSS Version 10 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*: Addison-Wesley; 2000.
- [17] Butler PJ, Dhara SS. Prediction of difficult laryngoscopy: an assessment of the thyromental distance and Mallampati predictive tests. *Anaesth Intensive Care.* May 1992;20(2):139-142.
- [18] Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, et al. *Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway* ASA; 2003.
- [19] Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW. Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology.* May 1990;72(5):828-833.
- [20] Cattano D, Panicucci E, Paolicchi A, Forfori F, Giunta F, Hagberg C. Risk factors assessment of the difficult airway: an italian survey of 1956 patients. *Anesth Analg.* Dec 2004;99(6):1774-1779.
- [21] Chou HC, Wu TL. Thyromental distance--shouldn't we redefine its role in the prediction of difficult laryngoscopy? *Acta Anaesthesiol Scand.* Jan 1998;42(1):136-137.
- [22] Cohen SM, Laurito CE, Segil LJ. Examination of the hypopharynx predicts ease of laryngoscopic visualization and subsequent intubation: a prospective study of 665 patients. *J Clin Anesth.* Jul-Aug 1992;4(4):310-314.
- [23] Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia.* Nov 1984;39(11):1105-1111.
- [24] Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth.* Aug 1998;45(8):757-776.
- [25] DFG. *Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis*: Wiley-VCH; 1998.
- [26] Downing JW, Baysinger CL. Lost in translation: the Mallampati score? *Anesthesiology.* Nov 2008;109(5):931-932; author reply 932.
- [27] Eberhart LH, Arndt C, Cierpka T, Schwanekamp J, Wulf H, Putzke C. The reliability and validity of the upper lip bite test compared with the Mallampati classification to predict difficult laryngoscopy: an external prospective evaluation. *Anesth Analg.* Jul 2005;101(1):284-289.

- [28] Ebermann E. Grundlagen statistischer Auswertungsverfahren. 2008;
<http://www.univie.ac.at/ksa/elearning/cp/quantitative/quantitative-titel.html>. Stand:
10. Aug 2008.
- [29] el-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, Tanck EN, Ivankovich AD. Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index. *Anesth Analg*. Jun 1996;82(6):1197-1204.
- [30] Estebe JP. Prediction of difficult intubation: are we talking about the same thing? *Can J Anaesth*. Jul-Aug 2001;48(7):719-720.
- [31] Ezri T, Warters RD, Szmuk P, et al. The incidence of class "zero" airway and the impact of Mallampati score, age, sex, and body mass index on prediction of laryngoscopy grade. *Anesth Analg*. Oct 2001;93(4):1073-1075.
- [32] Fleisher L. *Evidenzbasierte Anästhesie*: Elsevier, Urban & Fischer; 2007.
- [33] Frerk CM. Predicting difficult intubation. *Anaesthesia*. Dec 1991;46(12):1005-1008.
- [34] Fromm S. Binäre logistische Regressionsanalyse. *Bamberger Beiträge zur empirischen Sozialforschung*. Vol 2005.
- [35] Georgi R. Die fiberoptische Wachintubation. Indikation und Vorgehen. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 1995;30:172-174.
- [36] Hüsler J, Zimmermann H. *Statistische Prinzipien für medizinische Projekte*. 4 ed: Hans Huber Verlag; 2006.
- [37] Kern H. Grundsätze und Verfahrensregeln für den Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten an der Philipps-Universität Marburg 52/53. *Staatsanzeiger für das Land Hessen (StAnz.)*; 2001:4758.
- [38] Kersten B, Groner M. Entscheidungsbaum in SPSS. 2007;
http://www.vislab.ch/Lehre/EST/Entscheidungsbaum_SPSS.pdf. Stand: 23. Jan 2007.
- [39] Khan ZH, Kashfi A, Ebrahimkhani E. A comparison of the upper lip bite test (a simple new technique) with modified Mallampati classification in predicting difficulty in endotracheal intubation: a prospective blinded study. *Anesth Analg*. Feb 2003;96(2):595-599.
- [40] Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg*. Mar 1998;86(3):635-639.
- [41] Krier C. Der Anästhesist und der Atemweg. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2004;39:333-334.
- [42] Krier C, Georgi R. *Airway Management - Sicherung der Atemwege*: Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 2000.

- [43] Lange S, Bender R. Quantile, empirische Verteilungsfunktion und Box Plot. *Dtsch Med Wochenschr.* 2001;126(15):27-28.
- [44] Langenstein H, Cunitz G. [Difficult intubation in adults]. *Anaesthesist.* Apr 1996;45(4):372-383.
- [45] Laplace E, Benefice S, Marti Flich J, Patrigeon RG, Combourieu E. [Difficult intubation: a prospective evaluation of the Mallampati and Wilson tests]. *Cah Anesthesiol.* 1995;43(2):205-208.
- [46] Larsen R. *Anästhesie.* 5. ed: Urban und Schwarzenberg; 1995.
- [47] Lee A, Fan LT, Gin T, Karmakar MK, Ngan Kee WD. A systematic review (meta-analysis) of the accuracy of the Mallampati tests to predict the difficult airway. *Anesth Analg.* Jun 2006;102(6):1867-1878.
- [48] Lewis M, Keramati S, Benumof JL, Berry CC. What is the best way to determine oropharyngeal classification and mandibular space length to predict difficult laryngoscopy? *Anesthesiology.* Jul 1994;81(1):69-75.
- [49] Liu PL. *Grundlagen der Anästhesiologie:* Gustav Fischer Verlag; 1996.
- [50] Mallampati SR. Clinical sign to predict difficult tracheal intubation (hypothesis). *Can Anaesth Soc J.* May 1983;30(3 Pt 1):316-317.
- [51] Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J.* Jul 1985;32(4):429-434.
- [52] Mathew M. Preoperative indices to anticipate difficult tracheal intubation. *Anesth Analg.* 1989;68(2):187.
- [53] Merah NA, Wong DT, Ffoulkes-Crabbe DJ, Kushimo OT, Bode CO. Modified Mallampati test, thyromental distance and inter-incisor gap are the best predictors of difficult laryngoscopy in West Africans. *Can J Anaesth.* Mar 2005;52(3):291-296.
- [54] Naguib M. The three-dimensional computed tomography imaging and prediction of unanticipated difficult tracheal intubation. *Anesth Analg.* Jan 2001;92(1):281-282.
- [55] Naguib M, Malabarey T, AlSatli RA, Al Damegh S, Samarkandi AH. Predictive models for difficult laryngoscopy and intubation. A clinical, radiologic and three-dimensional computer imaging study. *Can J Anaesth.* Aug 1999;46(8):748-759.
- [56] Naguib M, Scamman FL, O'Sullivan C, et al. Predictive performance of three multivariate difficult tracheal intubation models: a double-blind, case-controlled study. *Anesth Analg.* Mar 2006;102(3):818-824.
- [57] O'Leary AM, Sandison MR, Roberts KW. History of anesthesia; Mallampati revisited: 20 years on. *Can J Anaesth.* Apr 2008;55(4):250-251.

- [58] Oates JD, Macleod AD, Oates PD, Pearsall FJ, Howie JC, Murray GD. Comparison of two methods for predicting difficult intubation. *Br J Anaesth*. Mar 1991;66(3):305-309.
- [59] Oates JD, Oates PD, Pearsall FJ, McLeod AD, Howie JC. Phonation affects Mallampati class. *Anaesthesia*. Nov 1990;45(11):984.
- [60] Patil V, Stehling L, Zauder H. Fiberoptic endoscopy in anesthesia. *Year book medical publishers, inc. Chicago*. 1983:79.
- [61] Randell T. Prediction of difficult intubation. *Acta Anaesthesiol Scand*. Sep 1996;40(8 Pt 2):1016-1023.
- [62] Rose DK, Cohen MM. The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth*. May 1994;41(5 Pt 1):372-383.
- [63] Rose DK, Cohen MM. The incidence of airway problems depends on the definition used. *Can J Anaesth*. Jan 1996;43(1):30-34.
- [64] Rosenstock C, Gillesberg I, Gatke MR, Levin D, Kristensen MS, Rasmussen LS. Inter-observer agreement of tests used for prediction of difficult laryngoscopy/tracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand*. Sep 2005;49(8):1057-1062.
- [65] Rosenstock C, Hansen EG, Kristensen MS, Rasmussen LS, Skak C, Ostergaard D. Qualitative analysis of unanticipated difficult airway management. *Acta Anaesthesiol Scand*. Mar 2006;50(3):290-297.
- [66] Runde R. Deskriptive Statistik 2005; <http://www2.uni-siegen.de/~fb5stat/pdf/skriptbachelor.pdf>. Stand: 20. Feb 2005.
- [67] Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia*. May 1987;42(5):487-490.
- [68] Savva D. Prediction of difficult tracheal intubation. *Br J Anaesth*. Aug 1994;73(2):149-153.
- [69] Schäfer H. Script: Biomathematik für Mediziner 1995. Located at: Fachbereich Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg.
- [70] Schalte G, Rex S, Henzler D. [Airway management.]. *Anaesthesist*. Aug 2007;56(8):837-855; quiz 856-837.
- [71] Schulte am Esch J, Kochs E, Bause H. *Anästhesiologie und Intensivmedizin*: Thieme Verlag; 2000.
- [72] Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology*. Feb 1995;82(2):367-376.

- [73] Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology*. Aug 2005;103(2):429-437.
- [74] Stasiuk JM. Critical Analysis of the Trauma ASA Difficult Airway Algorithm. *ASA Newsl*. 2006;70(4).
- [75] Takrouri MS, Damati MT. Prediction of difficult intubation--the measurement of five parameters of the X-ray mandible in Jordanian population. *Middle East J Anesthesiol*. Oct 1988;9(6):479-489.
- [76] Tham EJ, Gildersleve CD, Sanders LD, Mapleson WW, Vaughan RS. Effects of posture, phonation and observer on Mallampati classification. *Br J Anaesth*. Jan 1992;68(1):32-38.
- [77] Tighe S. Surgical Cricothyroidotomy. Paper presented at: Difficult Airway Society Annual Meeting - Proceedings 2003; Glasgow.
- [78] Tiret L, Desmonts JM, Hatton F, Vourc'h G. Complications associated with anaesthesia--a prospective survey in France. *Can Anaesth Soc J*. May 1986;33(3 Pt 1):336-344.
- [79] Ulrich B, Listyo R, Gerig HJ, Gabi K, Kreienbuhl G. [The difficult intubation. The value of BURP and 3 predictive tests of difficult intubation]. *Anaesthesist*. Jan 1998;47(1):45-50.
- [80] Wagner M. Fiberoptische Intubation und Alternativverfahren bei schwierigen Atemwegen. *Intensivmed*. 1999;36:209-219.
- [81] Wikipedia. Median von gruppierten Daten. 2008; <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Median&stableid=48115377>. Stand: 13. Jul 2008.
- [82] Williams KN, Carli F, Cormack RS. Unexpected, difficult laryngoscopy: a prospective survey in routine general surgery. *Br J Anaesth*. Jan 1991;66(1):38-44.
- [83] Wilson ME, John R. Problems with the Mallampati sign. *Anaesthesia*. Jun 1990;45(6):486-487.
- [84] Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth*. Aug 1988;61(2):211-216.
- [85] Wolf W. Gruppierte Daten. 1996; <http://www.uni-oldenburg.de/zef/k3659/kap-4/med-rech.html>. Stand: 15. Jul 2008.
- [86] Yentis SM, Lee DJ. Evaluation of an improved scoring system for the grading of direct laryngoscopy. *Anaesthesia*. Nov 1998;53(11):1041-1044.

6.6 Verzeichnis meiner akademischen Lehrer

► in Marburg:

Prof. Dr. Arnold	Prof. Dr. Kroll
Prof. Dr. Aumüller	Prof. Dr. Kummer
Prof. Dr. Dr. Basler	Prof. Dr. Lennartz
Prof. Dr. Baum	Prof. Dr. Maisch
Prof. Dr. Bertalanffy	Prof. Dr. Moosdorf
Prof. Dr. Bien	Prof. Dr. Dr. Mueller
Prof. Dr. Dr. Daut	Prof. Dr. Neubauer
Prof. Dr. Emons	Prof. Dr. Oertel
Prof. Dr. Engel	Prof. Dr. Dr. Remschmidt
Prof. Dr. Fruhstorfer	Prof. Dr. Riedmiller
Prof. Dr. Gemsa	Prof. Dr. Rothmund
Prof. Dr. Geus	Prof. Dr. Schachtschabel
Prof. Dr. Gotzen	Prof. Dr. Schäfer
Prof. Dr. Griss	PD Dr. Schnabel
Prof. Dr. Grzeschik	Prof. Dr. Schüffel
Prof. Dr. Habermehl	Prof. Dr. Schulz
Prof. Dr. Happle	Prof. Dr. Seitz
Prof. Dr. Hasilik	Prof. Dr. Seyberth
PD Dr. Höltermann	Prof. Dr. Slenczka
PD Dr. Kälble	Prof. Dr. Thomas
Prof. Dr. Kern	PD Dr. Vohland
Prof. Dr. Klenk	Prof. Dr. Weihe
Prof. Dr. Kretschmer	Prof. Dr. Werner
Prof. Dr. Krieg	PD Dr. Westermann
Prof. Dr. Kroh	Prof. Dr. von Wichert

► in Bern (Schweiz):

Prof. Dr. Carrel
Prof. Dr. Zimmermann

► in Hamburg:

Prof. Dr. Pop
Prof. Dr. Dr. Schulte am Esch
Prof. Dr. Standl

6.7 Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Priv.-Doz. Dr. Walter Höltermann für die Überlassung des Themas und die Betreuung dieser Arbeit. Ich möchte mich auch bei Prof. Dr. H. Lennartz, Prof. Dr. H. Wulf und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie der Philipps-Universität Marburg bedanken, ohne deren Mithilfe diese Untersuchungen nicht zustande gekommen wären.

Besonders hervorheben möchte ich hierbei die Unterstützung durch Prof. Dr. Alexander Torossian, sowie durch Prof. Dr. Udo F. Kroh und Dr. Michael van Wickern.

Ferner gilt mein Dank allen Patientinnen und Patienten der unfallchirurgischen und orthopädischen Klinik, die für die Entwicklung der Wissenschaft bereitwillig an dieser Studie teilgenommen haben.

Für die Beratung zur Festlegung der statistischen Verfahren danke ich zusätzlich Herrn Dr. André Warschkow und Prof. Dr. Andreas Ziegler.

Von ganzem Herzen möchte ich mich schließlich bei meiner Frau und meinen Kindern, sowie meinen Eltern bedanken, die mich trotz aller Entbehrungen und Schwierigkeiten immer wieder ermutigt und unterstützt haben, diese Arbeit abzuschließen.

6.8 Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	5
1 Einleitung	7
1.1 Einführung in die Thematik	7
1.2 Die endotracheale Intubation	8
1.2.1 Technik und Verfahren	9
1.2.2 Die schwierige Intubation	10
1.2.3 Airwaymanagement	12
1.2.4 Vorhersagbarkeit der schwierigen Intubation	13
1.3 Stand der Wissenschaft	14
1.3.1 Methoden zur Vorhersage der unerwartet schwierigen Intubation	14
1.3.2 Schwierige Laryngoskopie als Zielkriterium	17
1.4 Ziele der Studie	17
2 Methodik	19
2.1 Überblick über den Studienablauf	19
2.1.1 Studienorganisation	19
2.2 Auswahl der Patienten	19
2.2.1 Aufklärung, Einwilligung und Anonymisierung	20
2.2.2 Ausschlusskriterien	20
2.3 Untersuchung I – Voruntersuchung	21
2.3.1 Sichtbarkeit der Oropharynx-Strukturen nach Samsoon&Young	21
2.3.2 Zahnreihenabstand	22
2.3.3 Kinn-Kehlkopf-Distanz	22
2.3.4 Mandibulalänge	23
2.3.5 Dokumentation der Voruntersuchung	23
2.4 Untersuchung II – Narkoseuntersuchung	24
2.4.1 Laryngoskopische Sicht nach Cormack&Lehane	24
2.4.2 Anzahl der Intubationsversuche	25
2.4.3 Zeitmessung des Intubationsvorgangs	25
2.4.4 Subjektiver Eindruck des Untersuchers	26
2.4.5 Ausbildungsstand des Untersuchers	26

2.4.6	Dokumentation der Narkoseuntersuchung	26
2.5	Archivierung und Datenschutz	27
2.6	Elektronische Datenverarbeitung	27
2.6.1	Datenerfassung in FileMaker	27
2.6.2	Datenaufbereitung in SPSS	28
2.7	Statistische Betrachtungen	31
2.7.1	Deskriptive Datenanalyse	31
2.7.2	Überprüfung auf Gruppenunterschiede	33
2.7.3	Überprüfung auf Zusammenhänge	35
2.7.4	Überprüfung auf Vorhersage	35
2.7.5	Ermittlung eines diagnostischen Werts	36
2.7.6	Vergleichende Statistik der Ergebnisvariablen	38
2.7.7	Überprüfungen auf Unabhängigkeit	39
2.7.8	Statistische Betrachtung des subjektiven Eindrucks	40
2.7.9	Statistische Betrachtung der Intubationsdauer	43
3	Ergebnisse	45
3.1	Statistische Beschreibung aller Variablen	45
3.1.1	Überblick über eingeschlossene Fälle	45
3.1.2	Fehlende Werte (Missing Values)	45
3.1.3	Prävalenzen	45
3.1.4	Demografische Variablen	46
3.1.5	Vorhersagevariablen	47
3.1.6	Ergebnisvariablen	49
3.1.7	Nebenaspekt-Variablen	50
3.1.8	Test auf Abweichung von der Normalverteilung	51
3.2	Gruppenunterschiede in den Ergebnisvariablen	52
3.2.1	Ergebnisvariable Cormack&Lehane-Gruppe	52
3.2.2	Ergebnisvariable Schwierigkeitsgrad der Intubation	56
3.3	Zusammenhänge zwischen Vorhersagevariablen und Ergebnisvariablen	60
3.3.1	Korrelation mit der Cormack&Lehane-Gruppe	60
3.3.2	Korrelation mit dem Schwierigkeitsgrad der Intubation	60
3.4	Vorhersage der Ergebnisvariablen	61

3.4.1	Regression der Cormack&Lehane-Gruppe	61
3.4.2	Regression des Schwierigkeitsgrads der Intubation	64
3.5	Diagnostischer Wert konkreter Prädiktoren.....	67
3.5.1	Diagnostischer Wert für die Cormack&Lehane-Gruppe	67
3.5.2	Diagnostischer Wert für den Schwierigkeitsgrad der Intubation	70
3.6	Vergleich der Ergebnisvariablen miteinander.....	73
3.6.1	Kreuztabelle und Diagramme.....	73
3.6.2	Gegenseitiger Test auf Gruppenunterschiede.....	75
3.6.3	Zusammenhang der Ergebnisvariablen	75
3.7	Überprüfungen auf Unabhängigkeit	76
3.7.1	Unabhängigkeit der Cormack&Lehane-Gruppe.....	76
3.7.2	Unabhängigkeit des Schwierigkeitsgrads der Intubation	79
3.8	Subjektiver Eindruck der Intubationsschwierigkeit.....	82
3.9	Dauer des Intubationsvorgangs	86
3.9.1	Zeitunterschiede in den Cormack&Lehane-Gruppen	86
3.9.2	Zeitunterschiede beim Schwierigkeitsgrad der Intubation.....	87
3.9.3	Zeitunterschiede in den Qualifikationsgruppen Arzt.....	89
3.10	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	92
3.10.1	Übersicht der Fälle.....	92
3.10.2	Gruppenunterschiede.....	92
3.10.3	Zusammenhänge	92
3.10.4	Vorhersage.....	92
3.10.5	Diagnostischer Wert.....	93
3.10.6	Vergleich der Ergebnisvariablen	93
3.10.7	Unabhängigkeit.....	94
3.10.8	Subjektiver Eindruck.....	94
3.10.9	Dauer der Intubation	94
4	Diskussion.....	95
4.1	Kritik der Methodik	95
4.1.1	Besonderheiten bei der Auswahl der Patienten	95
4.1.2	Anmerkungen zur Fallzahl	96
4.1.3	Durchführung der Untersuchungen I und II	96

4.1.4	Überlegungen zur Datenaufbereitung	97
4.1.5	Auswahl der statistischen Methoden.....	98
4.1.6	Anmerkungen zum statistischen Analysemodell.....	100
4.2	Diskussion der Ergebnisse	101
4.2.1	Vorhersage der schwierigen Intubation.....	101
4.2.2	Vorhersage der erschwerten Intubation.....	103
4.2.3	Vergleich der Ergebnisvariablen miteinander	103
4.2.4	Vergleich mit dem subjektiven Eindruck.....	105
4.2.5	Intubationsdauer.....	105
4.3	Schlussfolgerungen.....	106
5	Zusammenfassung	107
5.1	Kurzbeschreibung der Studie	107
5.1.1	Schlüsselwörter	108
5.2	<i>Abstract</i>	109
5.2.1	<i>Keywords</i>	109
6	Anhang.....	111
6.1	Dokumentationsbögen	111
6.1.1	Informationsblatt.....	111
6.1.2	Schlüsselliste.....	112
6.1.3	Untersuchungsbogen I.....	113
6.1.4	Untersuchungsbogen II	114
6.2	Benutzeroberfläche FileMaker Datenbank	115
6.3	Verwendete Abkürzungen.....	116
6.4	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	117
6.5	Alphabetisches Literaturverzeichnis.....	120
6.6	Verzeichnis meiner akademischen Lehrer	126
6.7	Danksagung.....	127
6.8	Inhaltsverzeichnis	128



Philipps

Universität
Marburg